ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ҚазҰТЗУ ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК КазНИТУ

VESTNIK KazNRTU

№ 2 (138)

АЛМАТЫ 2020 АПРЕЛЬ

ISSN 1680-9211

Главный редактор
И. К. Бейсембетов – ректор

Зам. главного редактора
Б.К. Кенжалиев **– проректор по науке**

Отв. секретарь
Н.Ф. Федосенко

Редакционная коллегия:

З.С. Абишева- акад. НАНРК, Л.Б. Атымтаева, Ж.Ж. Байгунчеков- акад. НАНРК, А.Б. Байбатша, А.О. Байконурова, В.И. Волчихин (Россия), К. Дребенштед (Германия), Г.Ж. Жолтаев, Г.Ж. Елигбаева, Р.М. Искаков, С.Е. Кудайбергенов, Б.У. Куспангалиев, С.Е. Кумеков, В.А. Луганов, С.С. Набойченко – член-корр. РАН, И.Г. Милев (Германия), С. Пежовник (Словения), Б.Р. Ракишев – акад. НАН РК, М.Б. Панфилов (Франция), Н.Т. Сайлаубеков, А.Р. Сейткулов, Фатхи Хабаши (Канада), Бражендра Мишра (США), Корби Андерсон (США), В.А. Гольцев (Россия), В. Ю. Коровин (Украина), М.Г. Мустафин (Россия), Фан Хуаан (Швеция), Х.П. Цинке (Германия), Е.М. Шайхутдинов-акад. НАНРК, Т.А. Чепуштанова

Учредитель:

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Регистрация:

Министерство культуры, информации и общественного согласия
Республики Казахстан № 951 – Ж “25” 11. 1999 г.

Основан в августе 1994 г. Выходит 6 раз в год

Адрес редакции:

г. Алматы, ул. Сатпаева, 22,
каб. 609, тел. 292-63-46
Nina. Fedorovna. 52 @ mail.ru

© КазНИТУ имени К.И. Сатпаева, 2020

ӘОЖ 634.8:632

[1]G.B. Tanabekova, [2]T.M. Zhaparkulov, [2]B.A. Zhakupakynov, [1]A.Y. Orazbayev
([1]Al-Farabi Kazakh National University, [2]Ile Alatau State National Natural Park, Almaty, Republic of Kazakhstan, E-mail: tanabekova.guli@gmail.com)

ECOLOGICAL CONDITION OF SIEVERS APPLE-TREE (MALUS SIEVERSII) IN RESPECT TO HARMFUL INSECTS OF KAZAKHSTAN

Abstract. Sievers Apple-tree is a relict species known from the Oligocene and having a mountain-Central Asian type of range. Over the past half century, this dominant and subdominant of forest wild fruit communities has been greatly reduced in number and, as a result, needs special protection measures. The special value of this species is that it is the keeper of a unique germplasm and the ancestor of many cultivated varieties of apple trees [1].

At present time, one of the main threats for this plant species is insect pests, which cause huge damage to these forests. In this regard, we consider it is necessary to provide monitoring the most important and dominant species of pests. In the case of mass reproduction of insect pests in wild fruit forests, the Sievers' Apple is greatly weakened, causing a decrease in growth.

Key words: the apple tree of Sievers, wild populations, insect pests, threats.

[1]Г.Б. Танабекова, [2]Т.М. Жапаркулов, [2]Б.А. Жакупақынов, [1]А.Е. Оразбаев
([1]Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
[2]Іле-Алатау мемлекеттік ұлттық саябақ, Алматы, Қазақстан Республикасы,
E-mail: tanabekova.guli@gmail.com)

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ СИВЕРС АЛМАСЫНЫҢ (MALUS SIEVERSII) ЗИЯНКЕС ЖӘНДІКТЕРГЕ БАЙЛАНЫСТЫ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫ

Аңдатпа. Сиверс алмасы - олигоценнен белгілі және таулы-ортаазиялық таулы түрге жататын реликті түр болып табылады. Соңғы жарты ғасырда орманды жабайы жеміс-жидектер қауымдастығының доминант және субдоминанттары едәуір азайды, нәтижесінде қазіргі таңда арнайы қорғау шараларын қажет етіп отыр. Бұл түрдің ерекше құндылығы - ерекше герплазманың сақтаушысы және алма ағаштарының көптеген мәдени түрлерінің атасы [1].

Бұл түрдің негізгі қауіптерінің бірі қазіргі уақытта бұл ормандарға орасан зиян келтіретін зиянкес жәндіктер болып табылады. Осыған байланысты, жабайы алманың зиянкестерінің таралу мәселесін шешу және олардың таралуы мен зияндылығын, биология мен экологияның сипаттамаларын және т.б. зерттеу үшін зиянкестердің ең маңызды және басым түрлеріне мониторинг жүргізу қажет деп санаймыз.

Кілтті сөздер: Сиверс алмасы, жабайы популяция, зиянкес жәндіктер, қатерлер.

Кіріспе

Мақаланың мақсаты – Сиверс алмасының қазіргі жағдайын бағалау, зиянды жәндіктерін анықтау, осы түрдің мекендейтін жерінде осы алма ағашының жабайы популяциясын сақтау шаралары бағаланады.

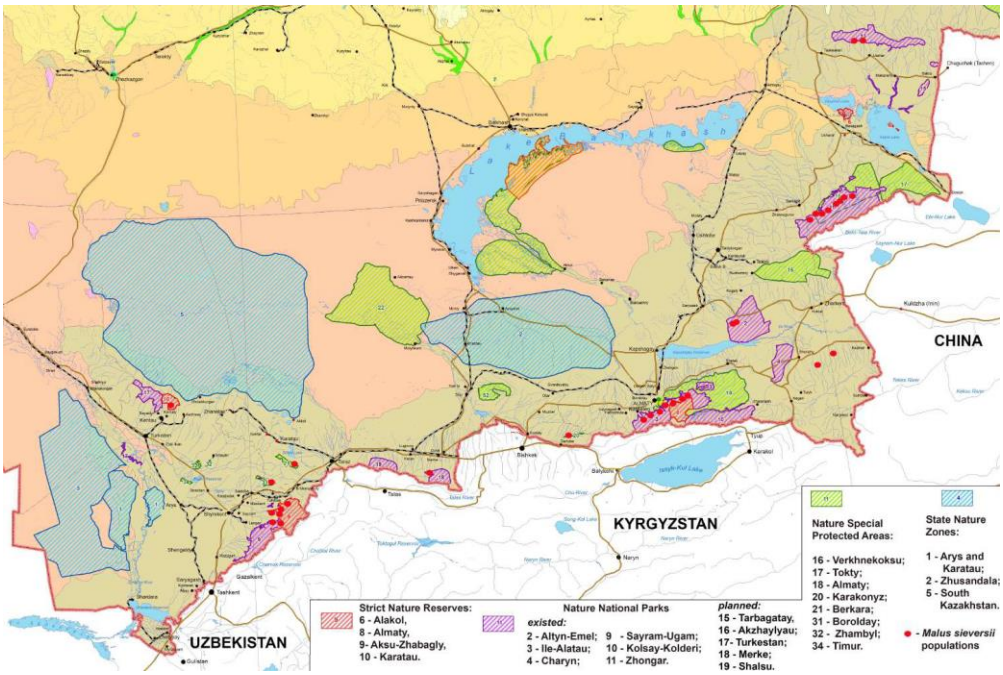
Өткен ғасырда алма ормандары табиғи экожүйелерді адамның іс-әрекеті, механикалық қопсыту, табиғи популяциялардың генетикалық эрозиясы нәтижесінде белсенді антропогендік әсерге ұшырады. 1930 жылдардан қазіргі уақытқа дейін Іле Алатауының орталық бөлігінде алма ормандарының аумағы 70% -ға, Жоңғар Алатауының сирек қоныстанған шекаралас аудандарында 30% -ға, Тарбағатайда 50% -ға азайды (сурет 1).

Өткен ғасырда Алматы маңында Сиверс алмасының жабайы жемісті орман алқаптары едәуір қысқарды, олардың табиғи қалпына келуі нашарлады. Өткен ғасырдың ортасында жаппай қолданылатын табиғи популяция ағаштарын сұрыптық материалмен егу, оның аумағында мәдени бақтарды өсіру генетикалық құрылымның өзгеруіне әкеледі.

Бұл табиғи алма ағашы популяциясының өміршеңдігін төмендетеді, сондықтан оларды сақтау жабайы популяциялардың табиғи құрылымын қалпына келтіруге байланысты. Осыған байланысты Іле-Алатау мемлекеттік ұлттық табиғи паркінде Түрген филиалы аумағындағы Кузнецов шатқалындағы генетикалық резерватта Сиверс алма клоны мұрағатын құру жұмыстары басталды, өйткені бұл аумақ антропогендік әсерге азырақ ұшыраған.

Өкінішке орай, соңғы 20 жыл ішінде Сиверс алма ағашының қазақстандық бөлігінде коттедж қалашықтарын салу және туристік нысандарды дамыту үшін таулы орман алқаптарының ең құнды учаскелерін жеке меншікке алу белсенді процесс жүргізілуде.

Соңғы жылдары бұл «Ерекше қорғалатын табиғи аумақтар туралы» Қазақстан Республикасының Заңына (2012 ж. түзетілген) және Қазақстан Республикасы Үкіметінің қаулысына (ҚР ПБ 2013 жылғы 22 қазандағы № 1129, бұл ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың жерлерін резервтік жерлерге ауыстыруға мүмкіндік беретін) негізінде мүмкін болды, әрі қарай ұлттық маңызы бар туристік объектілерді салу үшін осы жерлерді бөлу кезінде, бұл нормативтік құқықтық актілер жабайы алма ормандары алқаптарының одан әрі қысқаруына және олардың табиғи популяциялардың генетикалық әртүрлілігін жоғалтуымен олардың бөлінуіне әкелуі мүмкін.



1-сурет. Сиверс алмасының жабайы популяциясының таралу картасы және Қазақстандағы қорғаныш зоналары

Зерттеу әдістері мен мәліметтері

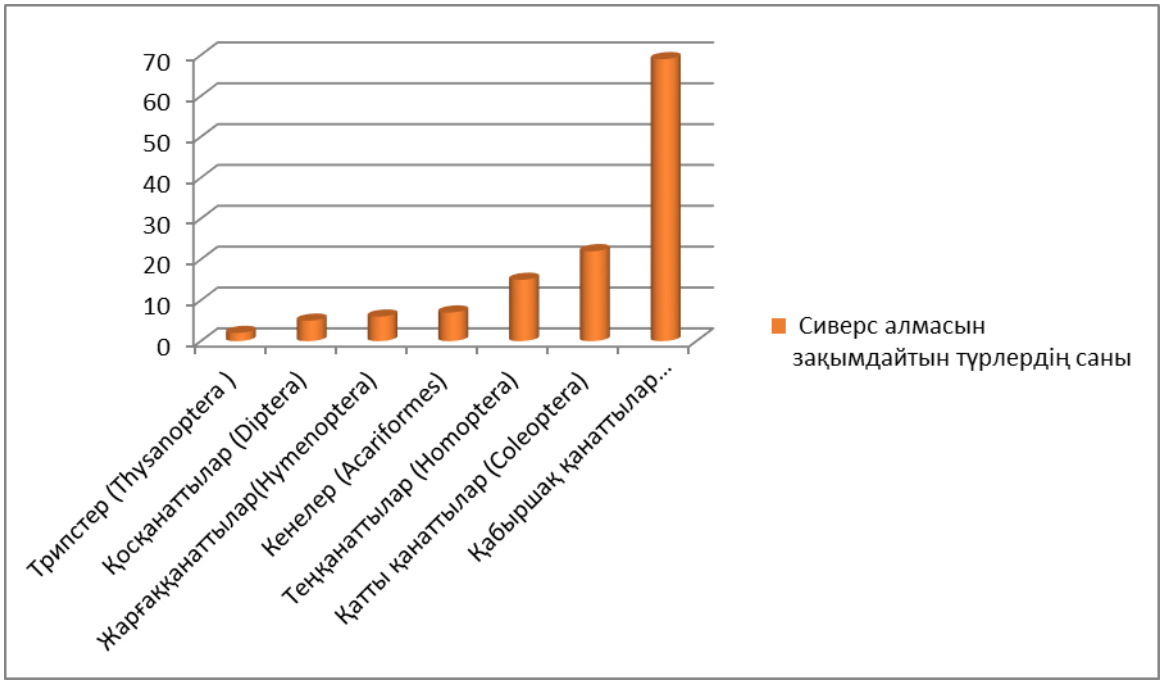
Зерттеу барысында далалық энтомологиялық материалдарды байқауға және жинауға арналған, жалпы қабылданған дәстүрлі әдістер мен тәсілдер қолданылды. Бұл классикалық энтомологиялық әдістер жануарлар тобымен және кейбір шамалы модификациялармен салыстырғанда айтарлықтай айырмашылықтарға ие. Зерттеу Іле мен Жоңғар Алатауына далалық сапарлар кезінде жүргізілді. Авторлар 2018-2019 жылдар аралығында алған нақты материал энтомологиялық тордың көмегімен және Іле мен Жоңғар Алатауына экскурсия кезінде жиналған түрлі тұзақтардың көмегімен жинақталды.

Зерттеу нәтижелері

Бұл түрдің негізгі қауіптерінің бірі қазіргі уақытта бұл ормандарға орасан зиян келтіретін зиянкес жәндіктер болып табылады.

Осыған байланысты, жабайы алмалардың зиянкестерінің таралу проблемасын шешу және олардың зияндылығын зерттеу үшін зиянкестердің ең маңызды және басым түрлеріне мониторинг жүргізу қажет деп санаймыз. Жабайы жеміс ормандарында жәндіктер зиянкестерінің жаппай көбеюімен Сиверс алма ағашы едәуір әлсіреді, өсудің төмендеуіне әкеледі.

Қазіргі уақытта Сиверс алма ағашының 120 жәндігі 7 жасаққа кіреді (2-сурет). Зиянкестердің ең қауіпті түрлері жәндіктер болып табылады, олардың ішінде қатты қанаттылар (19 тұқымдастан 22 түр), қабыршаққанаттылар (57 тұқымдастан 69 түр) және теңқанаттылар (14 тұқымдастан 15 түр). Төмен қауіпті түрлерге екі қанаттылар (5 тұқымдастың 5 түрі), жарғаққанаттылар (4 ұрпақтың 6 түрі) және трипстер (2 ұрпақтың 2-түрі) жатады [5].



2-сурет. Жәндіктердің түрлер мен тұқымдастар бойынша зияндылығы мен кездесуі туралы диаграмма

Зерттеу барысында Іле мен Жоңғар Алатауында теңіз деңгейінен 1225-тен 1590-ға дейінгі биіктіктен бірнеше бақылау алаңдары салынды, оларға далалық сапарлар кезінде түрлі тұзақтар орнатылды және энтомологиялық тор көмегімен нақты материалдар жиналды.

Табылған зиянкестердің көпшілігі көп қоректі. Жәндіктер экономикалық маңызы бар түрлердің массасына жатады, олар бірнеше жылдар әртүрлі жерлерде айтарлықтай мөлшерде пайда болады және айтарлықтай зиян келтіреді [7,8].

Қоршаған орта ерекшеліктері мен әсер ету сипаты бойынша зиянкестер бірінші реттік және екінші реттік зиянды организмдерге бөлінеді. Бірінші реттік зиянкестерге Lepidoptera, Coleoptera және Hymenoptera тұқымдастары өсімдіктер енеді, олар сау ағаштарға қонады және әдетте жапырақ жамылғысын тұтынады. Сандардың өршуі кезінде бұл зиянкестер көбінесе ағаштардың өліміне әкеліп соғады, осылайша екінші реттік зиянкестерді жоюға жағдай жасайды [5].

Жаппай екінші реттік зиянкестер - бұл қоңыздар тұқымдастарынан шыққан қабық құрттар (2 тұқымдастан 3 түр), бізтұмсықтар (4 тұқымдастан 6 түр). Зерттеулер нәтижесінде Сиверс алма ағашының жабайы популяцияларына зиян келтіретін жәндіктер зиянды организмдердің ішіндегі ең маңыздысы және басым түрлердің қатарына жататыны анықталды: Cydia pomonella L., Hyponomeuta malinella Z., Lyonetia clerckella), Gemiosto mascitella Z., Fponomeuta padellys L., жапырақ құрттар, бітелер және кокцидтердің түрлері жатады.

Жабайы алма популяциясы Malus sieversii Тянь-Шаньда ол Archips rosana L. (Lepidoptera: Tortricidae) және Yponomeuta malinellus Zeller (Lepidoptera: Yponomeutidae) сияқты зиянкестердің жапырақ жейтін жәндіктер санының көбеюіне байланысты дефолиацияға ұшырайды.

Ағаштардың ерте маусымдық дефолиациясы әсіресе жеміс ағаштарының ағзасына өте қиын, нәтижесінде зиянкестер санының өсуі басталғаннан кейінгі бірнеше жыл ішінде ағаштардың радиалды өсуі айтарлықтай төмендеуі мүмкін [6]. Ағаш өсуінің мұндай төмендеуі патогендік саңырауқұлақтардың, бактериялар мен жәндіктердің көбейіп кетуіне ықпал етеді, бұл өз кезегінде ағаштардың одан әрі кебуіне әкелуі мүмкін.

Қорытынды

Жеміс экожүйелерінің деградациясына орман өсімдіктерінің агрессивті бөтен түрлері және алма ағаштарында орман менеджментінің жеткіліксіздігі ықпал етеді [6].

Жеміс экожүйелерінің деградациясының жағдайы өте қиын, өйткені қазіргі уақытта жабайы алма ағаштарының қазақстандық популяциясының біртектес емес әртүрлілігі қарқынды түрде азаяды, бұл оның генофондысының құндылығының төмендеуіне әкеледі.

Әрине, бұл ресурстарды қалпына келтіру қазірдің өзінде қиын, өйткені көптеген жергілікті халықтарда алма ағашын табиғи қалпына келтіру іс жүзінде жоқ. Іле және Жоңғар Алатауының жабайы алма ағаштарында жапырақ жейтін зиянкестерге қарсы бірнеше рет авиаөңдеу жүргізілді.

Өңдеуді гормоналды, химиялық препараттар жүргізеді, бірақ химиялық препараттарды қолдану зиянды түрлерге биологиялық бақылау жүргізетін жәндіктер мен микроорганизмдердің теңдестірілген жүйесін бұзуға әкелетінін білеміз. Осы организмдер арасындағы қарым-қатынас процестерін зерттеу және түсіну зиянкес жәндіктер тиімді күресуге әкеледі.

Зиянкес жәндіктердің пайда болуын уақытылы болжау жағдайында ошақтарды жою мүмкіндігі артады және материалдық және еңбек ресурстарын пайдалануды едәуір төмендетеді.

Көптеген сарапшылар жабайы жемісті таулы ормандардың (оның ішіне Сиверс алмасының жабайы популяциялары да кіреді) келесі негізгі қауіп-қатерлерін белгілейді:

- Ресурстарды тиімсіз пайдалану;
- Ормандардың қанағаттандырарлықсыз фитосанитарлық күйі, бөгде түрлердің интродукциясы және зиянкестердің көбеюі;
- Орман өсімдіктерінен, мәдени бақтардан және саяжайлардан пайда болған генетикалық эрозия;
- Бақ индустриясының құлдырауы;
- Халықтың әлеуметтік-экономикалық ахуалының нашарлауы, орманды заңсыз кесуге, жемістер мен жидектердің жүйесіз түрде терілуіне алып келді;
- Бақыланбайтын демалыс орындарының көбеюі және рекреациялық жүктеменің өсуі;
- Аудан климатының қуаңшылығының артуы.

Аталмыш түрдің негізгі қауіп-қатері бұл ормандарға орасан зор залал келтіретін зиянкес жәндіктер болып табылады.

Зиянкестердің мерзімді жаппай көбеюі және аурулардың эпифитотиясы антропогенді факторлардың әсерінен туындайды және ормандардың фитосанитарлық жай-күйінің үздіксіз мониторингінің болмауы, нәтижесінде биологиялық тепе-теңдіктің бұзылуы, пайдалы түрлер мен зиянкестердің арақатынасының күрт өзгеруіне алып келеді.

Зиянкестердің дамуына биологиялық бақылаудың болмауы немесе әлсіреуі кезінде биоценоздарда елеулі өзгерістер орын алады, бұл, әдетте, белгілі бір зиянкестер түрлерінің жаппай таралуына әкеледі.

Мысалы, 1998-2003 жылдарда Жоңғар Алатауында және 2008-2011 жылдары Іле Алатауында алма күйе көбелегінің жаппай көбеюін айтуға болады.

Сондықтан алма ормандарындағы зиянкестердің жаппай дамуын болдырмау үшін, орман шаруашылығы мен қорғаныс шараларын ұйымдастырумен қоса, белгілі бір фенологиялық кезеңде аумақтың фитосанитариялық жағдай туралы нақты ақпарат беретін зиянкестер мен олардың табиғи жауларының санының динамикасын қадағалау жүйесінен тұратын тұрақты ғылыми негізделген биологиялық мониторинг жүргізу қажет.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Джангалиев А.Д. Уникальное и глобальное значение генофонда яблоневых лесов Казахстана // Доклад Национальной Академии наук. Алматы 2007. – С. 41-47.

[2] Касенова Г., Кентбаева Б.А. Состояние лесного фонда Жонгар-Алатауского ГНПП. // Ізденістер, нәтижелер – исследования, результаты. № 2. – Алматы., 2017. Б. 210-214.

[3] Джангалиев А.Д., Салова Т.Н., Туреханова Р.М. Сорта-клоны диких яблони и абрикоса Казахстана практическая основа восстановления диких плодовых лесов Республики // Проблемы сохранения горного растительного агробиоразнообразия в Казахстане: Сборник тезисов выступлений.- Алматы, 2007. – С. 32-35.

[4] Айнабеков М.С., Туреханова Р.М., Иващенко А.А. О сохранении яблони и абрикоса на территории Иле-Алатауского ГНПП //Матер. Междунар. конф. «Проблемы изучения, сохранения и рационального использования водных и околоводных экосистем», посвященной 80-летию со дня д.б.н проф. В.П.Митрофанова. Серия экологическая. – 2012. №1.- С.238-241.

[5] Кащеев В.А. Справочник насекомых-вредителей яблони в дикоплодовых лесах и садах Казахстана Алматы 2010. 156 с.

[6] Туреханова Р.М., Танабекова Г.Б. Важнейшие насекомые вредители яблони Сиверса (Malus Sieversii) в Казахстане в контексте устойчивого развития //Вестник КазНУ, Серия Экологическая, №4 (57). – С. 90-97.

[7] Матесова Г.Я. 1960. Насекомые и клещи – вредители яблони в Центральном и Северном Казахстане // Тр. Ин-та зоол. АН КазССР. Т. XI. С. 24-31.

[8] Юхневич Л.А., Матесова Г.Я., Митяев И.Д. 1958. Насекомые и клещи – вредители плодово-ягодных растений в Юго-Восточном Казахстане // Тр. Ин-та зоол. Т. VIII. Энтомология. Алма-Ата: АН КазССР. С. 9-38.

Танабекова Г.Б., Жапаркулов Т.М., Жакупақынов Б.А., Оразбаев А.Е.

Экологическое состояние яблони Сиверса (Malus sieversii) по отношению к вредным насекомым Казахстана

Резюме. Статья посвящена сохранению диких популяций и обнаружению вредителей яблоне Сиверса в Казахстане, оценке современного состояния яблони Сиверса и описанию причин ее сокращения в среде обитания. На сегодняшний день вредитель, наносящий наибольший урон этим лесам, стал серьезной угрозой для дикой яблони. Одной из основных угроз для яблони является то, что вредителями, которые наносят ущерб лесам, являются насекомые, что решает проблему распространения диких яблок вредителями и их распространения и повреждения, биологических и экологических характеристик и т.д. Наиболее важными и приоритетные виды вредителей должны контролироваться для исследования, поэтому в статье перечислены наиболее распространенные виды вредителей, наносящих ущерб яблоневым лесам, и виды беспозвоночных, наносящие вред диким популяциям яблони Сиверса в Казахстане.

Ключевые слова: яблоня Сиверса, дикие популяции, насекомые вредители, угрозы.

[1]A. Doskhozhayev, [2]B. Unaspekov, [3]Y. Voitov, [3]Y. Skolubovich

([1,2]Satbayev University, Almaty, [3]Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering, Novosibirsk, Russia,)

e-mail:doskhozhayev_a@bk.ru; unaspekov@yandex.kz;rector@sibstrin.ru; rector@sibstrin.ru

SPECIAL LOADING USE TO TREAT NATURAL WATER FOR DRINKING WATER SUPPLY

Abstract. Various modified loads used in natural water treatment technologies for drinking water supply are considered. A new modified material is proposed, and the results of research on its use in water treatment technologies are presented.

Key words: Keywords: modified download for water purification; drinking water supply; natural water treatment; water treatment technologies.

[1]А.С.Досхожаев, [2]Б.А.Унаспеков, [3]Е.Л. Войтов, [3]Ю.Л.Сколубович

([1,2]Satbayev University, Almaty,) ([3]Новосибирский государственный архитектурно - строительный университет,Новосибирск, Россия,)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ ЗАГРУЗКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ ВОД ДЛЯ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Аннотация. Рассмотрены различные модифицированные загрузки, используемые в технологиях очистки природных вод для питьевого водоснабжения. Предложен новый модифицированный материал, представлены результаты исследований его использования в технологиях водоподготовки.

Ключевые слова: модифицированные загрузки для очистки воды; питьевое водоснабжение; очистка природных вод; технологии водоподготовки;

Введение. Данное исследование проведено в рамках государственной политики двух государств – России и Казахстана по улучшению качества питьевой воды. Проведён обзор актуальной литературы по данной проблеме как отечественной, так и зарубежной с учётом всех новейших разработок в этой области. Выбор методологии полностью зависел от проведённых научных исследований с апробацией их на производственных объектах. В природной воде под действием растворенного кислорода воздуха двухвалентные ионы железа и марганца окисляются в практически нерастворимые соединения. После окисления значительная часть нерастворимых соединений железа и марганца образуют достаточно устойчивые к осаждению коллоиды и суспензии желтого или желто-коричневого цвета. В поверхностных водах, кроме того, соединения этих

металлов зачастую стабилизируются в виде комплексных соединений, где в качестве лигандов (молекул, окружающих ион-ядро и связанных с ним координационными связями) выступают высокомолекулярные органические примеси, например гуминовые и фульвокислоты - вещества, вымываемые из почв. Эти органические комплексы трудно и медленно удаляются при обычной реагентной обработке воды окислителями и коагулянтами [1].Особую трудность представляет удаление соединений марганца из воды. Скорость окисления двухвалентного марганца в значительной степени зависит от pH воды. При pH < 8 без катализатора окисления двухвалентного марганца практически не происходит. Для деманганации воды в водоподго-товке в качестве окислителя широко применяется перманганат калия [2]. Де-манганация воды перманганатом калия основана на его способности окислять марганец (II) с образованием малорастворимого диоксида марганца: 3Мп2+ + 2МпО4- + 2Н2О ^ 5МпО2| + 4Н+.

Методы. 1) Важным аспектом применения перманганата калия для очистки воды от марганца является образование дисперсного осадка диоксида марганца МпО2, который, имея большую удельную поверхность порядка 300 м2/г, является эффективным сорбентом и обладает каталитическими свойствами по отношению к процессу окисления ионов железа (II) и марганца (II) кислородом воздуха. Применение перманганата калия, сильного окислителя, позволяет разрушить металлорганические комплексы с дальнейшим окислением двухвалентных ионов марганца, железа и коагуляцией продуктов окисления. Добавление перманганата калия в воду интенсифицирует процесс коагуляции, поэтому на фильтровальных комплексах очистки воды из поверхностных источников раствор перманганата калия вводится в воду до коагулирования в смеситель или на насосной станции I подъема.

Однако введение перманганата калия в воду с высоким содержанием органических веществ до коагуляции, осветления и фильтрования связано с большим расходованием дорогостоящего реагента на окисление органики, что экономически нецелесообразно. Следует отметить, что повышение содержания трудноудаляемого марганца в речной воде носит сезонный характер и отмечается в предпаводковый период, когда создаются условия для перехода марганца из донных отложений в воду в виде органолигандных комплексов. Однако применение дополнительных реагентов, активизирующих процесс окисления органических веществ, железа и марганца в поверхностной воде, значительно удорожает стоимость ее очистки для питьевого водоснабжения. Поэтому при новом строительстве для станций малой производительности целесообразно использование фильтров с модифицированными загрузками вместо сорбционных фильтров или в дополнение к ним.

2)Установлено, что предварительно осажденные на поверхности зерен фильтрующей загрузки оксиды марганца оказывают каталитическое влияние на процесс окисления ионов железа (II) и марганца (II) кислородом воздуха. При фильтровании воды, содержащей марганец, через песчаную загрузку по прошествии некоторого времени на поверхности зерен песка образуется слой, состоящий из отрицательно заряженного осадка гидроксида марганца Мп(ОН)4, который адсорбирует положительно заряженные ионы марганца (II). Гидролизуясь, эти ионы реагируют с осадком Мп(ОН)4, образуя хорошо окисляемый оксид Мп2О3, часто рассматриваемый как смешанный оксид МпО-МпО2 и являющийся катализатором окисления ионов железа, марганца и других тяжелых металлов:

Мп (ОН)4 + Мп (ОН)2 ^ МП2О3 + 3Н2О.

Использование этого свойства оксидов марганца дало возможность применить в практике кондиционирования воды метод ее фильтрования через песок, зерна которого предварительно покрыты пленкой оксида марганца (так называемый «черный песок»). При использовании такой загрузки фильтров окисление марганца растворенным в воде кислородом воздуха возможно осуществить при значениях pH, значительно меньших, чем обычно (pH < 7,5).

Однако метод фильтрования воды через загрузку с применением в качестве реагента-восстановителя хлорида марганца имеет недостаток, заключающийся в постепенном измельчении частиц, образующих покрытие зерен загрузки, и проскоке их в фильтрат. Другим недостатком деманганации фильтрованием через такой «черный песок» является значительный расход перманганата калия. Для исключения указанных недостатков разработан метод получения «черного песка» и деманганации воды фильтрованием через модифицированную загрузку, приготавливаемую последовательным пропуском снизу вверх через кварцевый песок растворов железного купороса и перманганата калия. Использование данного способа позволяет получить экономию дорогостоящего марганцовокислого калия. Образовавшаяся на поверхности зерен фильтрующей загрузки

высокоактивная пленка, состоящая из оксидов железа и марганца, способствует окислению железа и марганца в воде [3].

3) Известен также способ получения каталитически активного зернистого фильтрующего материала МФО-47, включающий модификацию природного материала - дробленой и сортированной горелой породы раствором марганцовокислого калия, а затем вторым реагентом - сульфитом натрия и последующую сушку, который способствует образованию на поверхности носителя оксидов марганца [4]. Общим недостатком приведенных способов модификации является получение оксидных соединений марганца на поверхности зерен фильтрующего материала без его подсушивания после пропитки раствором марганцовокислого калия и после пропитки вторым реагентом - сульфитом натрия при температурах, достаточных для образования прочных химических связей между образующимися оксидами и поверхностями зерен загрузки. Образованная активная пленка оксидов железа и марганца держится в основном за счет адгезионных свойств поверхности зерен материала-носителя. В результате при промывках загрузки происходит смыв оксидной пленки с поверхности зерен фильтрующего материала, что исключает возможность последующей регенерации и требует проведения практически полных повторных их модификаций после обратных промывок для восстановления каталитических свойств загрузки, что увеличивает эксплуатационные затраты.

Результаты. Результаты исследований показали нецелесообразность подачи очищаемой воды после дегазатора-окислителя непосредственно на фильтр с модифицированной загрузкой. Это связано с тем, что при большом содержании железа в подземной воде (> 3 мг/л) без предварительного скорого фильтрования воды поры модифицированного фильтрующего материала быстро забивались образующимся осадком гидроксида железа Fe(OH)3 и фильтр необходимо было выводить на промывку по достижении максимально допустимой потери напора, обусловленной располагаемым напором (3-3,5 м вод. ст. для открытых фильтров). При двухступенчатом фильтровании основную нагрузку по выделению железа из воды брал на себя скорый фильтр, а фильтр с модифицированной загрузкой использовался для очистки от двухвалентного марганца, который при pH < 8,5 из воды без ее подщелачивания практически не выделялся на скором фильтре. Установлено, что рабочая скорость нисходящего фильтрования на фильтре с модифицированной загрузкой была равна 8-10 м/ч. Исследования фильтрующего материала АРП показали его эффективность в снижении содержания не только железа и марганца, но и других тяжелых металлов в воде, а также мутности, цветности, окисляемости, содержания фенола и нефтепродуктов. При снижении качества очищаемой воды ниже предельно допустимой концентрации по марганцу (0,1 мг/л) фильтр с модифицированной загрузкой выключался для обратной водяной промывки и регенерации оксидной пленки. Продолжительность фильтроциклов составляла 3-4 сут в зависимости от качества исходной воды по содержанию железа и марганца. Потери напора в загрузке фильтра с модифицированной загрузкой при этом составляли 0,7-1,0 м вод. ст. Окислительная емкость фильтрующего материала при совместной очистке подземной воды от железа и марганца составила около 1,2 г на 1 л материала по железу и 0,2 г на 1 л по марганцу. Обратная промывка фильтра с модифицированной загрузкой осуществлялась чистой промывной водой с интенсивностью 15 л/(с-м2) в течение 10 мин. После промывки производилась регенерация загрузки. Регенерация производилась путем обработки загрузки 0,05 % раствором перманга-ната калия. Потребное весовое количество КМп04 для регенерации - 2 г/л загрузки. Время регенерации - 30 мин. После обратной промывки и последующей регенерации загрузки исходные свойства модифицированного материала восстанавливались. В ходе исследований были проведены 33 фильтроцикла различной продолжительности, загрузка находилась в работе в течение 90 дней. Никаких признаков дезактивации материала (снижения эффективности) при условии проведения периодических промывок и регенераций в отношении удаления железа и марганца из очищаемой воды не наблюдалось. По результатам исследований рекомендованы конструктивные параметры загрузки и технологические режимы работы фильтров с модифицированным фильтрующим материалом АРП [10].

В нашей стране и за рубежом широко применяются импортные фильтрующие материалы для удаления железа и марганца, известные под торговыми названиями Birm Fine, Manganese Greensand, МТМ. Все эти загрузки работают по принципу каталитического окисления на марганецсодержащих фильтрующих насадках. Эти материалы позволяют осуществлять их периодическую обратную промывку и, если требуется, последующую регенерацию раствором KMnO4 без проведения повторных модификаций, обеспечивая длительный срок непрерывной службы. Основным недостатком этих материалов является их высокая стоимость (около 2,5 у. е. за 1 кг) [5]. Каталитически активный гранулированный фильтрующий материал МЖФ (компания «Альянс-Нева»,

г. Санкт-Петербург) получается путем дробления, классификации, отжига доломита и последующей его обработки раствором двухвалентного марганца. Материал обладает сорбционной способностью и очищает воду от железа и марганца. Стоимость поставки - 1,5 у. е. за 1 кг [6]. Однако получаемый данным способом материал составляет низкую механическую прочность (истираемость более 0,5 %), что снижает его долговечность.

Большие перспективы имеет фильтрующий материал «Сорбент АС» (российский аналог «Бирм»). Сорбент АС - каталитический алюмосиликатный полифункциональный сорбент нового поколения. Он предназначен преимущественно для удаления железа. Сорбент не обрабатывается дополнительно какими-либо химическими веществами для создания активной плёнки на поверхности зёрен песка на основе марганца или иного каталитически активного металла, что исключает вероятность отказа в работе материала при истощении или смыве данной пленки. Каталитически активные компоненты входят в структуру гранулы сорбента. Это одно из принципиальнейших отличий сорбента от загрузок типа «Бирм», «Зеленый песок», «МЖФ», «черных песков» и т. п. Недостатком данного материала является его преимущественная очистка воды от железа. Эффективность очистки от марганца и других примесей до питьевых норм требует проведения дополнительных исследований. Кроме того, стоимость данного фильтрующего материала хотя и не превышает стоимости загрузки Бирма, но все же остается высокой. Имеются перспективы в отношении новых модифицированных фильтрующих материалов, разработанных в последние годы в Институте горного дела СО РАН, - брусита и марганцевых руд. Однако в процессе длительной эксплуатации фильтра, загруженного песком брусита, было установлено, что происходит цементация загрузки в воде карбонатного класса за счет образования карбонатов магния на поверхности зерен брусита, устраняемая по мере необходимости профилактической обработкой загрузки слабым раствором соляной кислоты с последующим ее ополаскиванием чистой водой. Следует отметить, что данные по использованию природных модифицированных сорбентов для обезжелезивания и деманганации воды пока носят пионерный характер и требуют решения вопросов доставки сырья, промышленного изготовления и сертификации фильтрующего материала [7, 8].

Обсуждение. В Новосибирском государственном архитектурно-строительном университете (Сибстрин) разработан новый каталитически активный фильтрующий материал «Активный розовый песок» [9]. Фильтрующий материал «Активный розовый песок» (АРП) представляет собой модифицированную горелую породу (розовый песок) месторождения «Дальние горы» различных фракций. Исходный материал изготавливается в соответствии с ТУ 5712-00148634843-99 и имеет санитарно-эпидемиологическое заключение о допустимости его применения в качестве фильтрующего материала для очистки вод. Материал удовлетворяет стандартным требованиям, предъявляемым к фильтрующим материалам по механической прочности (истираемости, измельчаемости) и химической стойкости. Модификация розового песка состоит в нанесении на поверхность исходного материала оксидов марганца (МпО2) и железа ^е203) с использованием технологий пропитки их растворимыми солями и стадийной термической обработки. В результате материал приобретает каталитическую активность в реакциях окисления железа и марганца, содержащихся в природной воде. Получаемый каталитически активный зернистый фильтрующий материал имеет на поверхности зерен прочно закрепленную, стойкую к разрушению при периодических обратных промывках и регенерациях оксидную пленку. Окислительная емкость фильтрующего материала при совместной очистке подземной воды от железа и марганца составляет около 1,2 г на 1 л материала по железу и 0,2 г на 1 л по марганцу, что превышает известные импортные катализаторы окисления «Зеленый песок» и «Бирм». Восстановление сорбционно-каталитической активности загрязненного каталитического материала, получаемого предлагаемым способом, в процессе эксплуатации осуществляется путем его предварительной водяной промывки и последующей регенерации с помощью раствора перманганата калия (КМпО4).

Проведены исследования очистки поверхностных вод на модифицированных загрузках в полупроизводственных условиях станции очистки речной воды г. Куйбышева. Экспериментальная установка предусматривала очистку воды на скорых фильтрах и последующую доочистку в фильтре, загруженном активным розовым песком с крупностью зерен 0,8-1,5 мм. Высота слоя модифицированной загрузки составляла 1,0 м. Исходная речная вода, подвергнутая коагуляционной обработке, предварительному осветлению на модели скорого фильтра, поступала в фильтрационную колонку-модель сорбционного фильтра, загруженную модифицированным фильтрующим материалом АРП. Рабочая скорость нисходящего фильтрования на фильтре с модифицированной загрузкой была равна 8-10 м/ч. Обобщенные результаты исследований эффективности очистки

речной воды на фильтрах с модифицированным фильтрующим материалом АРП представлены в табл. 1. АРП действовал как нерастворимый катализатор, ускоряющий реакцию окисления растворенным в воде кислородом содержащихся в воде двухвалентного железа, марганца и других химических веществ. Пленка диоксида марганца, закрепленная на поверхности зерен АРП, являлась сорбентом, способствовала концентрации и контакту молекул, растворенного в воде кислорода воздуха, ионов железа (II), марганца (II) и других химических веществ, катализируя процесс их окисления.

Образующиеся при окислении нерастворимые гидроксиды Fe(OH)3 и Мп(ОН)4 и другие окисленные соединения также адсорбировались и закреплялись на поверхностях гранул загрузки. При концентрации железа и марганца в исходной воде до 2 и 0,7 мг/л их остаточное содержание в очищенной воде составляло не более 0,2 и 0,1 мг/л соответственно. По мере роста продолжительности фильтрования расходовалась пленка высших оксидов марганца и ухудшался эффект снижения содержания железа и марганца в очищаемой воде. При снижении качества очищаемой воды ниже предельно допустимой концентрации по марганцу (0,1 мг/л) фильтр с модифицированной загрузкой выключался для обратной водяной промывки и регенерации оксидной пленки. Потери напора в загрузке при этом составляли около 0,9 м вод. ст. При совместной очистке от железа и марганца окислительная мощность по железу составила около 1,1 г Fe/л материала, по марганцу - 0,15 г Мп/л. Обратная промывка осуществлялась пропуском обратного потока чистой промывной воды снизу вверх через загрузку с интенсивностью 15 л/(с-м2) в течение 10 мин. Регенерация заключалась в обработке материала перманга-натом калия путем фильтрования раствора КМп04 с концентрацией 0,05 % сверху вниз через его загрузку. Потребное весовое количество КМп04 для регенерации - 2 г/л материала загрузки. Время регенерации - 30 мин. После обратной промывки и последующей регенерации загрузки исходные свойства модифицированного материала восстанавливались. При условии проведения периодических промывок и регенераций признаков необратимой дезактивации материала не наблюдалось. Активный розовый песок не проявил отрицательных свойств слеживаемости, загрязнения удаляемыми из воды веществами, накопления остаточных загрязнений и роста начального гидравлического сопротивления в фильтрующей загрузке в процессе длительной эксплуатации. Исследования очистки поземных вод на модифицированных загрузках проводились в полупроизводственных условиях насосно-фильтровальной станции г. Новосибирска (Академгородок). Модель представляла собой колонку из органического стекла сечением 100х100, загруженную активным розовым песком с крупностью зерен 0,8-1,5 мм. Высота слоя модифицированной загрузки составляла 1,0 м. Подземная вода из скважин, подвергнутая дегазации, подавалась на модель скорого фильтра, а затем на сорбционный фильтр с модифицированной загрузкой. Вода могла подаваться также из бака постоянного уровня непосредственно на фильтр, загруженный модифицированным материалом, без предварительного фильтрования на скором фильтре.

ВЫВОДЫ

1. Для сокращения или исключения расходования реагентов, применяемых при окислении металлорганических комплексов в природных водах на станциях малой производительности целесообразно применение фильтров с модифицированными загрузками, включаемых в состав технологических схем подготовки питьевых вод после скорых фильтров.

2. Разработанный в Новосибирском государственном архитектурно-строительном университете новый каталитически активный фильтрующий материал «Активный розовый песок» имеет высокую механическую прочность, химическую стойкость, а по окислительной емкости не уступает известным импортным аналогам «Бирм» и «Зеленый песок», но имеет на порядок более низкую стоимость.

3. По результатам исследований рекомендованы рациональные конструктивные и технологические параметры фильтров с модифицированным фильтрующим материалом «Активный розовый песок».

ЛИТЕРАТУРА

[1.] Когановский А.М. Адсорбция органических веществ. Изд. - Л. : Химия, 1990. - 256 с.

[2] Сколубович Ю.Л. Подготовка питьевой воды из подземных источников.изд. - Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2008. - 188 с.

[3] Кургаев Е.Ф. с. 941303 СССР, МКИ С 02 F 1/28. Способ очистки природных вод от сероводорода. - Опубл. 07.07.1982; Бюл. № 25.

[4] Т.А. Губайдулина. Пат. 2275335, РФ, МКИ C02F 1/64. Фильтрующий материал для очистки воды от марганца и железа, способ его получения и способ очистки воды от марганца и железа. - Опубл. 27.04.2006; Бюл. № 12.

[5] Каталог фильтрующих материалов и ионообменных смол «Пьюролайт». - М. : 2003. - 13 с.

[6] Каталитически активный фильтрующий материал - МЖФ: Рекламный проспект «Альянс-Нева». - СПб., 2002. - 5 с. - Условия доступа :www: Allians-neva.ru/

[7] Бочкарев, Г.Р. Природные катализаторы в процессах водоподготовки. Водоочистка, водоподготовка, водоснабжение. - 2008. - № 10. -С. 52-56.

[8] Скиттер, Н.А. Природные и модифицированные сорбенты для деманганации и обезжелезивания подземных вод : автореф. дис. ... канд. техн. наук. - Новосибирск, 2004. - 24 с.

[9] Сколубович, М.Н. Бредихин, А.Ю. Сколубович. Пат. 2363536, РФ, МПК B01J 20/06. Способ получения каталитически активного зернистого фильтрующего материала / Е.Л. Войтов, Ю.Л. - Опубл. 10.08.2009; Бюл. № 22.

[10]. Войтов Е.Л. Подготовка питьевой воды из поверхностных источников с повышенным природным и антропогенным загрязнением - Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2010. - 216 с.

[11] Досхожаев А.С, Сагаткалиев Д.С.Виртуальные лабораторные работы в учебном процессе Казахстана // Проблемы формирования профессиональных компетенций в техническом вузе. Россия. Башкортостан,2014г. 4 с.

[12] Досхожаев А.С. Моделирование гидрогеологических условий Голодностепского месторождения подземных вод с помощью моделирования в среде программного комплекса// EAGE Европейская ассоциация геоучёных и инженеров/ Инженерная и рудная геофизика.- Алматы, 2018. -12с.

[13] Досхожаев А.С. Некоторые вопросы районирования орошаемых земель Казахстана//на примере поливных массивов в Алматинской области.-Алматы:КазНИТУ им.К.И.Сатпаева,2019.-6с.

[14] Досхожаев А.С, Байнатов Ж.М. Защитное покрытие берегов и откосов. Патент.РФ-Москва:,1999.-6с.

[15] Унаспеков Б.А. Повышение энергосбережения и пути совершенствования системы теплоснабжения зданий.изд.-Караганда: КарГУ, 2018. 264-267с.

Досхожаев А.С, Унаспеков Б.А, Войтов Е.Л, Сколубович Ю.Л.

Ауыз сумен қамтамасыз ету үшін табиғи суларды тазарту үшін арнайы тиеуді пайдалану

Түйіндеме. Ауыз сумен қамтамасыз ету үшін табиғи суларды тазарту технологияларында қолданылатын түрлі модификацияланған жүктемелер қарастырылды. Жаңа модификацияланған материал ұсынылды, оны су дайындау технологияларында пайдалану зерттеулерінің нәтижелері ұсынылған.

Түйін сөздер: суды тазалауға арналған түрлендірілген тиеу; ауыз сумен жабдықтау; табиғи суларды тазарту; Су дайындау технологиясы.

УДК 502:552.578.2(574)

O.B. Tleuberlina
(Narkhoz University, Almaty, Republic of Kazakhstan)

ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE SOIL OF THE ALMATY CITY

Abstract. The article is devoted to the environmental problems of the city of Almaty. The environmental problem of the metropolis is becoming more and more complicated every day. The main reason for this is the increase in the number of cars in the metropolis.

Key words: ecology, soil, transport, problem.

О.Б. Тлеуберлина
(Нархоз университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы)

«АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ ТОПЫРАҚ ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МӘСЕЛЕСІН ТАЛДАУ»

Түйіндеме. Мақала бүгінгі таңдағы Алматы қаласының экологиялық мәселесіне арналды. Мегаполистің экологиялық мәселесі күн өткен сайын шиеленісіп отыр десек, артық айтпаймыз. Оның бірден-бір себебі мегаполисте халық санының артуы және автокөліктер санының өсуі болып отыр. Қаламыздың кеңеюі, құрылыс жұмыстарының қарқынды жүруі бүгінгі таңдағы топырақ жамылғысына өзіндік кері әсерін тигізіп отыр.

Түйін сөздер: экология, топырақ, ауыр металлдар,

Бүгінде адамзат баласы табиғатқа әсері жер шарының әр түкпірінде өзінше қажетіне қарай әртүрлі жүргізілген болса, қазір ол бүкіл планетаны қамтып отыр. Экологиялық өзерістер күн санап артуда. Оның кері әсері топырақтың да экологиялық мәселесін туғызды. Ал топырақтың маңызы адамзат үшін зор екенін ескерсек, мәселе ушығып тұр деуге болады [1].

Соның ішінде топырақтың ластануының көптеген түрлері сараланады. Топырақтың ластануы топырақтың құрамын өзгертеді. Топырақтың түзілу үрдісін тежейді. Түсімі азаяды, өсімдік құрамында ауыр металлдар жиналады.

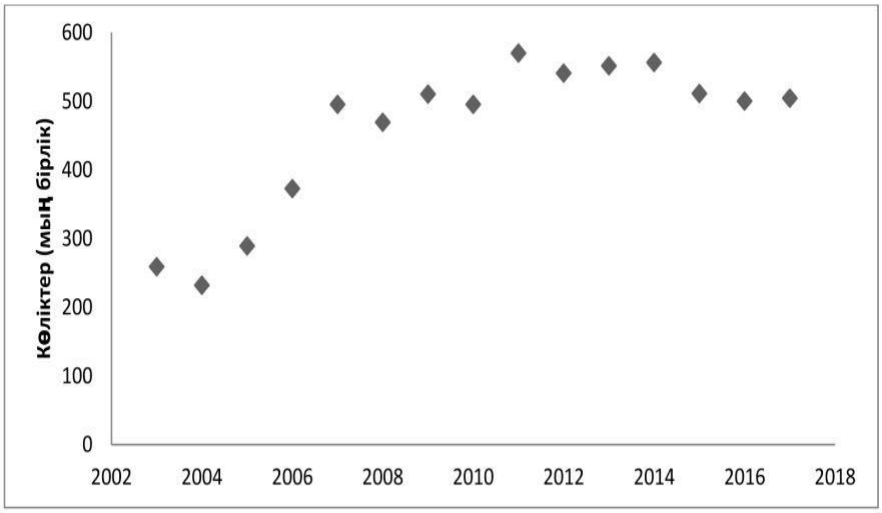
Бұл ластағыштар адам организміне тікелей немесе жанама түрде түседі (өсімдіктекті немесе жануартекті азықтар арқылы). Топырақтың ластануы топырақтың ауру тудыратын және де басқа жағымсыз микроорганизмдерден өзін-өзі тазалауын төмендетуге әкеліп соғады. Мысалы, ластанбаған топырақта дизентерия, сүзек және қылау қоздырғыштары 2—3 тәулік бойына сақталса, ластағыштармен әлсіреген топырақтың өзін-өзі тазалай алмайтын кезінде дизентерия қоздырғыштары бірнеше ай, сүзек пен қылау қоздырғыштары бір жарым жылға дейін сақталады [2-4].

Топырақтың ластануы кейде әр дәуір аумаққа жайылады. Топырақтың химиялық ластануы — топырақта тірі организмдерге қауіп туғызатын химиялық заттектердің жиналуы. Топырақтың химиялық ластануының көздеріне өнеркәсіптік кәсіп орындардың шығарындылары, көлік, ауыл шаруашылығында қолданылатын шөп жойғылар мен минерал тыңайтқыштар жатады. Өнеркәсіптік кәсіп орындардың құбырлары арқылы атмосфераға шығарылатын ластағыштар жел арқылы 50 км өңірге таралады. Бірақ ластағыштардың негізгі массасы 8—10 км жердегі топыраққа түседі. Мұнай-химиялық зауыт кешендерінің төңірегіндегі аумақтар қатты ластанады. Көп жағдайда бұл жерлер ауыл шаруашылығына немесе бақ өсіруге пайдалануға жарамайды. Көп мөлшердегі және ұзақ мерзімдік ластанудан топырақта қайтымсыз өзгерістер пайда болады [5].

Бүгінгі таңда Алматы қаласы дүние жүзі бойынша ең ластанған аймақтар қатарында. Оның себебі қаламызда көліктердің жыл санап артуы.

Бүгінгі күнде Алматы дүниежүзіндегі 25 ластанған қаланың тізіміне еніп отыр. Қалалық жол полициясының деректері бойынша, дәл қазір 540 мыңнан астам көлік құралдары тіркелген. Бұлардың қатары жылына 40 мыңға дейін көбейеді. Ал әрбір мың автомобильден күніне ауаға 3000 кг көміртек оксидтері, т.с.с отынның толық емес жану өнімдері бөлінеді. Жыл сайын олар 280 млн тонна шамасында көміртек тотығын, 56 млн тонна көмірсутек, 28 млн тонна азот тотығын ауаға қосады. Бұл газдардың құрамында 200-ден астам өте күрделі заттар қосындылары (Pb, Hg, Cd, т.б. ауыр металдар, ішкі жану қозғалтқышының газдары – бензапирен, альдегидтер) бар. Олардың ішінде зиянсыздары – азот, оттек, сутек, су булары, зияндылары – көміртек, азот тотығы, этилен, бензол, этан, метан, толуол, бенз(а)пирен, күйе, күкіртті түтін т.б. Бұл физикалық-химиялық қоспалар тыныс алу кезінде адам мен жануарларға аса зиянды. Ластаушылар автомобильді қыздырған кезде және аз жылдамдықпен жүрген кезде ауаға тез тарайды.Машина тоқтаған уақытта көмірсутегі мен көміртек оксиді, ал жүргенде азот оксиді шығады. Дизельді моторлы машиналар құрамында CO, NO заттары бар болғандықтан бензинді пайдаланатын машиналарға қарағанда кемшілігі мол. Себебі, олар түтінді көп шығарады, адам денсаулығына зиянды әсері жоғары. Атмосфераға көліктен бөлінген газдардың құрамында 25-27% қорғасын болатыны анықталған және оның 40% диаметрі 5 мкм-ге дейін жетеді. Ауада ұзақ уақыт сақталып, онымен бірге адам ағзасына түсетіндігі белгілі. Автокөлік түтіні жасыл желекке зиянды әсер етуде – лас ауадан өсімдікте аурулар пайда болады. Жапырағы химиялық күйікке ұшырайды. Атмосфералық ауаның ластануы автокөліктің техникалық жағдайына тікелей байланысты. Қала магистральдары бойында жүргізілген тексерулер бойынша автокөліктің 80%-да түтіндерінде зиянды заттар нормативтен 3-4 есе жоғары болған.

Ия, атмосфера ауасын ластайтын негізгі факторлардың бірі автокөлік болып табылады. Автокөлік бөліп шығаратын газдың құрамында шамамен 200 зат бар. Оның бірі түгелдей жанған немесе шала жанған көмірсутектер. Шала жанған көмірсутектер машинадан шығатын түтіннің құрамында, әсіресе көлік моторы баяу істеп тұрғанда көп бөлінеді. Қалада көлік тасқынының жыл сайын өсуі экологиялық жағдайға, тұрғындардың денсаулығы мен қала экологиясына кері ықпалын тигізуде. Зерттеу жұмысының нысаны болып табылатын Алматы қаласында көлік мәселесі 80 пайызды қамтиды. Ол 1-суретте көрсетілген.



1-сурет. Алматы қаласының көлік санының арту динамикасы.

Ал Статистика комитетінің 2018 жылдың-1 қаңтарындағы есебіне сүйенсек, республика бойынша автокөліктер саны 3,851,600 бірлік екен (www.stat.gov.kz. Official site). Сонда Алматы қаласында бүкіл еліміздегі автокөліктердің шамамен жетіден бір бөлігі. Ғалымдардың айтуынша, елімізде автокөліктердің жыл сайынғы өсімі-шамамен 127 мыңға жетіп отыр. Егер де осы қарқын сақталатын болса, онда бүгінгі көрсеткіш 2,5 еседен- артып кетеді. Демек бүгінгі автомобиль жолдары мен қала көшелеріндегі көлік инфрақұрылы мы ертеңге сай келмейтіндігі анық байқалады. Осындай өсім салдарынан жолайрықтар мен тұрақ мәселесі күрделі шиеленіске түсері сөзсіз. Ал қазіргі жолайрықтар мен қалалық аса ірі магистральдардың (мысалы, Райымбек, Рысқұлов, әл-Фараби, Сүйінбай даңғылдары және- т.б.) тәуліктік өткізгіштік көрсеткіштеріне бәрі 80-100 мың автомобильге ғана есептелген деп алаңдаушылық білдіріп отыр [6-12].

Өкінішке қарай, автокөліктерден шығатын зиянды қалдықтар утилизацияланбайды, себебі оларды қайта өңдейтін өндіріс жоқ. Көлікке пайдаланылатын улы сұйық заттардың қалдықтары жерге төгіліп, олар топыраққа сіңіп, зиян келтіруде. Соңғы жылдары автокөлік құралдарының қоршаған ортаны ластауы жағдайы барынша үдеп барады. Бүгінде еліміздің ірі қалаларындағы қоршаған ортаға тасталатын зиянды заттардың 60 пайызы осы көліктерден келеді. Бұл мәліметтер жөнінде бүгін елімізге тасымалданатын көліктерге халықаралық Еуро стандарттарын енгізу мәселесіне байланысты өткен баспасөз мәслихатында Көлік және коммуникация министрлігінің Стратегиялық жоспарлау және көлік коммуникациялық кешенін дамыту департаментінің директоры Болат Жансүгіров мәлім еткен болатын. Оның айтуынша, көліктердің ауаны ластау жағдайы, әсіресе, Алматыда қиын болып тұр. Ондағы көліктерден атмосфераға тасталатын зиянды заттар тәулігіне 507 тоннаны құрайды. Ал жылдық көрсеткіш 150-200 мың тонна немесе ауадағы зиянды қалдықтардың 90 пайызына жетеді. «Ескірген көліктердің двигательдерінде 170-тан астам зиянды қоспалар бар. Мысалы, жалғыз ғана көліктің 1 жыл ішінде ауаға тастайтын қалдықтарының ішінде көмірқышқыл оксиді 800 киланы, азот оксиді 40 кгқұрайды. Олардың арасында аталғаннан өзге 20 киладан астам түрлі көмірқышқыл заттары бар. Осылайша көлік түтінімен қоршаған ортаға 200ден астам зиянды заттар түседі», – деді департамент директоры. Оның мәліметтеріне қарағанда, аталмыш заттардың денсаулыққа тигізетін әсерінен онкологиялық және тыныс алу жолдарына байланысты ауруларға шалдыққандар саны артып отыр. Сондықтан да Еуро стандарттарын енгізу бүгінгі күннің өзекті мәселесі [13-15].

Жоғарда аталған Алматы қаласының негізгі экологиялық мәселесін талдай отырып осы мәселені шешуге келесі жолдары ұсынылды:

• Автокөлік және жол жүру ережелерін халықаралық стандарттарға сәйкестендіріп, қала ішінде адами факторларды жоя отырып, электрондық камералардың санын көбейту; жол ережелерін бұзушыларға қатысты заң талаптарын күшейту және жүргізушілердің жауапкершілігін арттыру үшін айыппұлды көбейту шараларын қолдану;

• Райымбек даңғылы бойымен жүретін қоғамдық көліктер үшін Момышұлы, Аккент тұрғын үй кешенінің жанында, «Алтын орда» базарының жанындағы аялдамаларды үлкен жолдан тысқары жерге көшірсе;

• осы аралықта жаяу жүргіншілер өтуге арналған жол үстінен Алтын орданың жанындағыдай аспалы көпір салынса; әсіресе «Ақ кент» тұрғын кешенінің жанында, бұл жер өтуге өте қиын аймақ.

• Алматы қаласы республикалық деңгейдегі қала деп танылғандықтан, әлемнің дамыған басқа қалаларындағыдай көліктер қозғалысына арнайы уақыт белгілесе; мысалы,ертеңгі

• үлкен жолға жақын салынған сауда орындарының заңдылығы тексерілсе;

• Бұқаралық ақпарат құралдары арқылы мәдениетті көтеру (жол көлік жағдайлары, апаттарға байланысты ақпараттарды көптеп тарат);

• әрбір жаяу жүргінші мен жүргізушінің жол ережесін нақты, дұрыс білуі шарт ол үшін көлік жүргізу мектептерінің қызметін қатаң қадағалау;

• Қазақстанда жүргізушілерді оқытуға немқұрайлы қараған автомектептерді жауапкершілікке тарту;

• жол ережесін бұзушы қарапайым талаптарды білмесе немесе тиісті білім алмаса, жүргізуші оқыған автомектептің лицензиясынан айырып, қызметін тоқтату;

• Машиналардың сапасына талапты күшейтіп, олардың 20-30% жүруге тыйым салу керек.

• Барлық жеңіл, жүк және қоғамдық автокөліктерді газға көшіру. Ол үшін қаланың іші мен сыртындағы жанармай құю бекеттерін жауып, олардың орнына газ құю бекеттерін орнату қажет. Газды пайдалану өте тиімді, себебі одан ауа ластанбайды және қолдану өте арзанға түседі.

• Алматыда негізінен метро, троллейбус пен трамвайды кеңінен пайдаланған тиімді. Қа-лада салынып бітпей жатқан метро келешекте жұмыс істейтін болса, онда Алматыдағы көліктердің жұмыстары айтарлықтай жақсаратын болар еді.

ӘДЕБИЕТТЕР:

[1] Мемлекет басшысы Нұрсұлтан Назарбаевтың Қазақстан халқына Жолдауы «Қазақстан жолы – 2050: Бір мақсат, бір мүдде, бір болашақ» 17.01.2014 kz

[2] ҚР Президенті Н.Назарбаевтың Қазақстан халқына «Нұрлы жол – болашаққа бастар жол» Жолдауы 2014

[3] Алматы қаласының статистикалық департаментінің ресми сайты http://rus.almaty.gorstat.kz/

[4] NUR.KZ казахстанский портал http://news.nur.kz/183537.html

[5] Официальный сайт города Алматы http://www.almaty.gov.kz/page.php

[6] Сатбаева Г.С., Тонкопий М.С., Ишкулова Н.П., Анисимова Н.М., Экология және тұрақты даму, Алматы, Экономика баспасы. 2010

[7] Бөрібай Э.С Қоршаған орта мониторингі; оқу құралы.- Алматы:Экономика, 2013

[8] Г.С.Сатбаева Әлеуметтік экология және тұрақты даму; оқу құралы.- Алматы:Экономика, 2009;

[9] Карловия И.А Основы техногенеза. Кн.2. Факторы загрязнения окружающей среды. Владимир: ВГПУ, 2003

[10] Кенесариев У.И., Жакашов Н.Ж. Экология және халық денсаулығы. Алматы, 2013

[11] Алматы қалалық санитарлы-эпидемиологиялық департамент есебі, 2016 ж

[12] www.stat.gov.kz. Official site;

[13] Ревич Б.А., Авалиани С.Л., Тихонова Г.И. Экологическая эпидемиология. – М., 2004

[14] Г.В.Мотузова, О.С.Безуглова «Топырақтың экологиялық мониторингі», Алматы, 2013ж

[15] 15. «Environmental Issues for the “90s: A Handbook for Journalists.» Logan Robert A., Wendy Gobbons and Stacy Christiansen. P. 3

Тлеуберлина О.Б.

Анализ экологической проблемы почвы города Алматы.

Резюме. Статья посвящена экологическим проблемам города Алматы . Экологическая проблема мегаполиса с каждым днем становится все сложнее. Основной причиной этого является в мегаполисе увеличение количества автомобилей.

Ключевые слова: экология, почва, транспорт, проблема.

УДК 504.3.054

[1]Z.Y. Bayazitova, [2]Zh.O. Tleuova, [2]S.B. Zhaparova, [2]L.A. Makeyeva, [1]A.A. Agaydarova
([1]Kokshetau State University named after Sh. Ualikhanov, [2]Kokshetau University named after Abay Myrzakhmetov Kokshetau, Kazakhstan
e-mail: z_bayazitova@mail.ru)

ATMOSPHERIC AIR POLLUTION ASSESSMENT RESULTED FROM POLLUTANTS EMISSION SOURCES AT ALTYNTAU KOKSHETAU JSC

Abstract. The article studies the issues of assessing the level of air pollution at a mining and processing plant. The characteristics of accidental and volley emissions are given; the volume of harmful emissions into the atmosphere at Altyntau Kokshetau JSC is calculated. In connection with the need to reduce the anthropogenic pressure on the environment, it is proposed to plan blasting operations taking into account weather conditions, to develop measures for dust suppression of open sources and landscaping of the sanitary protection zone.

Key words: air pollution, air basin protection, dust suppression, sanitary protection zone.

[1]З.Е. Баязитова, [2]Ж.О. Тлеуова, [2]С.Б. Жапарова, [2]Л.А. Макеева, [1]А.А. Агайдарова
([1]Кокшетауский государственный университет им. Ш.Уалиханова, Кокшетау, Казахстан, [2]Кокшетауский университет им. А. Мырзахметова, Кокшетау, Казахстан, E-mail: z_bayazitova@mail.ru)

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ОТ ИСТОЧНИКОВ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА АО «ALTYNTAU KOKSHETAU»

Аннотация. В статье изучены вопросы оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха на горно-обогатительном комбинате. Дана характеристика аварийных и залповых выбросов, рассчитан объем вредных выбросов в атмосферу на АО «Altyntau Kokshetau». В связи с необходимостью снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду, предлагается планировать взрывные работы с учетом метеоусловий, разработать мероприятия по пылеподавлению открытых источников и озеленение санитарно-защитной зоны.

Ключевые слова: загрязнение атмосферного воздуха, охрана воздушного бассейна, пылеподавление, санитарно-защитная зона.

Введение. Предлагаемые сроки достижения нормативов эмиссий в атмосферный воздух по ингредиентам определялись уровнем загрязнения воздуха и вкладом каждого источника выброса. По всем ингредиентам сроки достижения нормативов эмиссий в атмосферный воздух установлены на 2013 год.

На основании статьи 40 Экологического Кодекса РК предприятие относится к I категории. Согласно категории опасности предприятия в зависимости от массы и видового состава выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ относится ко II классу опасности [1-5].

Валовый выброс вредных веществ, отходящих от стационарных источников загрязнения атмосферы предприятия на 2016-2020 годы составляет 2551,8459238 тонн в год, в т.ч. залповый выброс при проведении взрывных работ составит 466,9184 тонн в год. Выброс загрязняющих веществ от передвижных источников составляет 310,4310154 тонн в год.

Методы исследования. При проведении исследования применялись методики расчета концентраций примесей в атмосферном воздухе Никитина В.С. Погрешность между расчётными и натурными данными особенно возрастают с увеличением расстояний от источника вследствие несовершенства модели рассеяния. Также использовался метод Волощука В.М. для корректировки расчётного метода, а также аналитический метод оценки рассеяния загрязняющих веществ горных предприятий в атмосферном воздухе.

Результаты. В результате обследования предприятия было выявлено, что загрязняющие атмосферный воздух вещества, образующиеся в процессе производственной деятельности, отводятся через 95 организованных и 135 неорганизованных источников.

От установленных источников в атмосферу выбрасываются 47 загрязняющих веществ: взвешенные частицы, алюминий оксид, железо сульфат, железо (II, III) оксиды, кальций оксид, марганец и его соединения, медь (II) оксид, натрий гидроксид, диНатрий карбонат, кальций дигидроксид, азот (II) оксид и другие [6-8].

Эффектом суммации вредного действия обладают 13 групп веществ – 03 (0303+0333): аммиак + сероводород; 04 (0303+0333+1325): аммиак +сероводород + формальдегид; 05 (0303+1325): аммиак + формальдегид; 27 (0184+0330): пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния более 70% + пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния 70-20% + пыль абразивная + пыль тонко измельченного резинового вулканизата.

Установленный лимит платы за выбросы загрязняющих в атмосферу на 2016 год составляет 2 900 000 тенге.

Обсуждение. Нормативы эмиссий устанавливаются на срок до 10 лет и подлежат пересмотру (переутверждению) при изменении экологической обстановки в регионе, появлении новых и уточнении параметров существующих источников загрязнения окружающей среды в местных органах по контролю за использованием и охраной окружающей среды [9-12].

Характеристика аварийных и залповых выбросов. Важнейшим звеном в технологическом процессе при добыче горной массы в карьере являются взрывные работы. При проведении взрывных работ применяется скважное размещение зарядов. В качестве взрывчатого вещества применяется «Риофлекс». Взрывные работы сопровождаются массовым выделением пыли и газов. Большая мощность выделения загрязняющих веществ обуславливает кратковременное загрязнение атмосферы с превышением ПДК. Поскольку длительность эмиссий в атмосферный воздух при взрывах невелика (в пределах 8-10 мин), то эти загрязнения являются залповыми выбросами.

Для снижения выбросов пыли и оксидов азота при взрывах на карьере применяется гидрозабойка скважин, орошение забоя, и остановка оборудования в карьере, которые также являются источниками пылевыделения.

Для снижения вредного воздействия предлагается планировать взрывы на момент неблагоприятных метеоусловий (дождь, снег), что приведет к снижению данного воздействия [13].

В данном исследовании произведены расчеты уровня загрязнения атмосферы на существующее положение и перспективу, а также определены максимальные приземные концентрации, создаваемые выбросами загрязняющих веществ.

Согласно СП «Санитарно-эпидемиологические требования по установлению санитарно-защитной зоны производственных объектов», утвержденных приказом №237 от 20.03.2015 г. для АО «Altyntau Kokshetau» в 2015 году была установлена СЗЗ размером 1000,0 метров (копия санитарно-эпидемиологического заключения №0300.Ш.KZ59VBS00005668 от 13.08.2015 г. представлена в приложении 7), тогда предприятие относится к 1-ому классу опасности санитарной классификации.

В санитарно-защитную зону не входит вновь строящаяся жилая застройка, зоны отдыха, территорий курортов, санаториев и т.д. Режим территории санитарно-защитной зоны соблюдается.

Согласно статьи №71, Экологического кодекса РК от 9.01.2007 г., производственные объекты 1-го класса опасности согласно санитарной классификации относятся к объектам I категории.

Следовательно, АО «Altyntau Kokshetau» относится к I категории объектов.

В атмосферный воздух выбрасываются такие вещества как:

— пыль хвостов;

— пыль грунтов;

— продукты сгорания дизельного топлива.

Прогнозируемые выбросы пыли (по проекту 2008 г.) составляют не более 4,30 т/год для хвостохранилища сорбции и не более 174,13 т/год для хвостохранилища флотации, и являются допустимыми. В 2007 г., в соответствии с письмом ООО НИИПИ ТОМС от 17.01.2007 г., уровень загрязнения атмосферного воздуха в районе расположения предприятия АО «Altyntau Kokshetau» характеризовался следующими концентрациями:

— пыль (взвешенные вещества): 0,04 мг/м^3;

— углерода оксид: 1,75 мг/м^3;

— азота диоксид: 0,0 мг/м^3;

— сера диоксид: 0,0 мг/м^3 [14].

В настоящее время эксплуатационной службой предприятия отмечается значительное загрязнение воздушной среды за счет пыления поверхности намытых пляжей хвостохранилища флотации в сухие периоды года.

При сильных ветрах пылевые выбросы очень высоки. Оценить состояние воздушной среды в районе хвостохранилища возможно только по косвенным данным, так как специальных исследований не проводилось.

Заключение. По предварительным наблюдениям отмечается следующее:

1. По данным исследования, общая площадь хвостохранилища флотации (Fхв) на конец 2018 г. при заполнении хвостохранилища до отметки ~239,5 м составляет ~5980 тыс. м2, в т.ч. намывного пляжа (Fпл) ~923 тыс.м^2, отстойного пруда (Fпр) ~5057 тыс. м^2;

2. Участки пляжа вблизи зеркала отстойного пруда не пылят на ширине пляжа 20-40 м. Припрудковая площадь (F1) составляет ~270 тыс. м^2;

3. Передвигающийся по фронту намыва рабочий участок сброса хвостов с сосредоточенным сбросом составляет ~100 тыс. м^2 (F 2) – не пылит за счет обводнения пульпой [5];

4. Пыление происходит в теплый период года, особенно во время сильного ветра с площади ~ 553 тыс. м^2 (Fпыл= Fпл - (F 1 + F 2).

5. В период отрицательных температур наружного воздуха весь пляж практически не пылит.

Пылеобразование не оказывают значительного отрицательного влияния на окружающую среду т. к. сдуваемый с хвостохранилища песок является одним из почвообразующих компонентов для территории размещения хвостохранилища. Летучие компоненты от хвостохранилища практически отсутствуют.

В настоящее время пионерные дамбы хвостохранилищ и прудаотстойника зарастают травой и мелким кустарником.

Организация санитарно-защитной зоны. Озеленение участка существующее: площадь под цветниками – 1000 м^2, площадь под кустарниками – 3000 м^2, около 150 сосен и 200 берез.

Площадь озеленения сосредоточена на 80 % возле здания АБК. Покрытие предусмотрено асфальтовое. Для предприятия АО «Altyntau Kokshetau» площадь озеленения должна составлять не менее 930 га (9300000 м^2).

На данный момент с северо-восточной, с северной и с западной сторон, территория предприятия граничит непосредственно с пашнями, засеваемыми такими сельскохозяйственными культурами как пшеница и ячмень. Территории, прилегающие с юго-запада стороны, представляют собой заболоченные участки и солончаки. Вследствие чего, озеленение СЗЗ на площади 930 га не представляет возможным [5].

Таким образом, с учетом вышеизложенного, проектом озеленения СЗЗ будет предусмотрена высадка древесно-кустарниковых насаждений между промышленной площадкой АО «Altyntau Kokshetau» и селом Конысбай длиной 1000 м и шириной 50 м, общая площадь озеленения составит 50000 м^2 (5 га), 5556 шт. саженцев деревьев. Ширина полосы насаждений определена согласно п. 8.37 СНиП РК 3.01-01-2008 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских населенных пунктов» и принята размером 50,0 метров. Согласно СП «Санитарно-эпидемиологические требования по установлению СЗЗ производственных объектов» приказ №237 от 20.03.2015 г. будет организована обязательная полоса древесно-кустарниковых насаждений со стороны жилой застройки (п. 58 СП). Фильтрующие посадки расположены по принципу наибольшей близости к границам жилой застройки. Деревья и растения, используемые для озеленения СЗЗ устойчивые к загрязнению атмосферы и почв промышленными выбросами. Так как проект озеленения является дорогостоящим проектом, то предлагается выполнить требования СП №237 п. 37 поэтапно, в течении 3-х лет.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Охрана труда и техника безопасности// Доклады III международной научно-практической конференции "Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы-биофилы в окружающей среде": 7-9 окт. 2004 г. - Семипалатинск: ИП Исаева, 2004. - С.214-217

[2] Сергеев В. С. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие. - М.: ГОРОДЕЦ, 2004. - 416 с.

[3] Кукин П.П., Лапин В.Л., Пономарев Н.Л. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производства: учебное пособие для вузов. - М: высшая школа, 2004. - 319 с.

[4] Исанов К.Ш. Обеспечение безопасности жизнедеятельности человека. - Алматы.: Жеті жаргы, 1999. – 192 с.

[5] Хван Т.А. Безопасность жизнедеятельности: учебник. - Ростов н/Д: ФЕНИКС, 2000.- 352 с.

[6] Беспалов В.И. Обеспыливания воздуха / В. И. Беспалов. - Киев: Наукова думка, 2012. - 191 с.

[7] Диденко В.Г. Основы очистки и утилизации вентиляционных выбросов: учеб. пособие / В. Г. Диденко. - Волгоград: Изд-во ВолгИСИ, 1992. - 103 с.

[8] Кабаева И.В. Совершенствование методов расчета рассеивания пылевых выбросов на предприятиях стройиндустрии Дисс. к.т.н. - Волгоград, 2007. - 168 с.

[9] Квашнин И.М. Очистка вредных выбросов в атмосферу: Инженерные расчеты и инвентаризация. - М.: изд-во АВОК-Пресс, 2010. - 400 с.

[10] Обследование систем аспирации. Учебное пособие /В.Н.Азаров, М.Е. Горбунова. - Волгоград: изд-во Волгоградского гос. ун-та, 2005 г. - 100 с.

[11] Охрана воздушного бассейна от промышленных загрязнений. - М.: Металлургия, 2010. - 450 с.

[12] Арефьев Н.В., Добрынин С.Н., Ивашинцов Д.А., Тихонова Т.С. Анализ и оценка воздушного бассейна. - СПб: ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», 2011. - 157 с.

[13] Беллендир Е.Н., Никитина Н.Я. Управление охраной воздушного бассейна // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. - М.: Норма, 2010. - С. 124-135.

[14] Беллендир Е.Н., Никитина Н.Я., Сольский С.В. Методические основы, анализ и оценка состояния воздушного бассейна. - М.: Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, 2012. - 95 с.

Баязитова З.Е., Тлеуова Ж.О., Жапарова С.Б., Макеева Л.А., Агайдарова А.А.

"Altyntau kokshetau" ақ-да ластаушы заттар шығарындылары көздерінен атмосфералық ауаның ластану деңгейін бағалау

Түйіндеме. Мақалада тау-кен байыту комбинатында атмосфералық ауаның ластану деңгейін бағалау мәселелері зерттелген. "Altyntau Kokshetau"АҚ атмосфераға шығарылатын зиянды шығарындылардың көлемі есептелген. Қоршаған ортаға антропогендік жүктемені төмендету қажеттілігіне байланысты метеожағдайларды ескере отырып, жарылыс жұмыстарын жоспарлау, ашық көздерді шаң басу және санитарлық-қорғау аймағын көгалдандыру бойынша іс-шаралар әзірлеу ұсынылады.

Түйін сөздер: атмосфералық ауаның ластануы, ауа бассейнін қорғау, шаң басу, санитарлық-қорғау аймағы.

УДК 595.14 (8/4/3+574.2)

[1]A. Baibotayeva, [1]A. Isayeva, [1]G. Kenzhaliyeva, [2]V. Bosak, [1]Ye. Kocherov, [3]Sh. Usenkulova
([1]M.Auezov South-Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan.
[2]Belarus State Agricultural Academy, Gorki, Belarus
[3]Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan
e-mail: aigul_saraneo@mail.ru)

THE BIOINDICATIVE ROLE OF LUMBRICIDES IN THE SOILS EXAMINATION OF THE SOUTH OF KAZAKHSTAN

Abstract. Today, unfortunately, not everyone understands how important the soil and its fertility are for us. They do not realize that our future depends on how carefully we handle it. Its pollution (chemical, physical, biological) negatively affects the state of all life on Earth, including humans. The impact can be direct: when we breathe, harmful substances enter the body along with dust. Or drink, swim: heavy metals, polyaromatic hydrocarbons, pesticides, which are washed out of the soil and fall into ground and surface waters, affect our health. And also, when we eat plants grown in adverse conditions. But this is already an indirect effect. Currently, all living organisms, including humans, are adversely affected by anthropogenic pollutants found in industrial wastes and released into the environment. One of the strongest and most common chemical pollution is environmental pollution with heavy metals. The global ecological role of the soil is that, being a product of the interaction of natural environments, it itself has a decisive influence on these environments. Understanding this is especially important in the face of growing technogenic pressure on ecosystems.

Key words: soil, environment, heavy metals, earthworms, pollution, living organisms.

[1]А. Байботаева, [1]А. Исаева, [1]Г. Кенжалиева, [2]В. Босак, [1]Е. Кочеров, [3]Ш. Усенкулова
([1]Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
[2]Беларусская государственная сельскохозяйственная академия, Горки, Беларусь
[3]Казахский университет технологии и бизнеса, Астана, Казахстан
e-mail: aigul_saraneo@mail.ru)

БИОИНДИКАЦИОННАЯ РОЛЬ ЛЮМБРИЦИД ПРИ ОЦЕНКЕ ПОЧВ ЮГА КАЗАХСТАНА

Аннотация. Сегодня, к сожалению, не все понимают, какое значение для нас имеет почва, ее плодородие. Не осознают, что от того, насколько бережно мы будем обращаться с ней, зависит наше будущее. Ее загрязнение (химическое, физическое, биологическое) негативно отражается на состоянии всего живого на Земле, в том числе человека. Воздействие может быть прямым: когда мы дышим, вместе с пылью в организм поступают вредные вещества. Или пьем, купаемся: на наше здоровье влияют тяжелые металлы, полиароматические углеводороды, пестициды, которые вымываются из почвы и попадают в грунтовые и

поверхностные воды. А еще, когда мы едим выросшие в неблагоприятных условиях растения. Но это уже опосредованное воздействие. В настоящее время все живые организмы, в том числе и человек, подвергаются пагубному влиянию антропогенных загрязнителей, находящихся в отходах промышленных предприятий и попадающих в окружающую среду. Одним из сильнейших по действию и наиболее распространенным химическим загрязнением является загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами. Глобальная экологическая роль почвы в том, что она, представляя собой продукт взаимодействия природных сред, сама оказывает на эти среды решающее влияние. Понимание этого особенно важно в условиях растущей техногенной нагрузки на экосистемы.

Ключевые слова: почва, окружающая среда, тяжелые металлы, дождевые черви, загрязнение, живые организмы.

Введение. Основным видом загрязнения почв являются тяжелые металлы, масса атомов которых составляет свыше 50 атомных единиц. Наиболее существенный вклад в загрязнение почв вносят такие элементы ,как цинк, свинец, кадмий и медь. Однако литературных данных по влиянию цинка на педофауну недостаточно. Поэтому актуальным является оценка токсического воздействия соединений цинка по накоплению токсиканта в организме дождевых червей [1-3]. Изучив морфологию и анатомию дождевых червей, можно сделать вывод, что эти беспозвоночные животные обладают набором всех необходимых морфологических и биологических характеристик, необходимых для изучения и оценки при загрязнении почв.

Накапливающиеся в дождевых червях тяжелые металлы являются угрозой экосистемы. Дождевые черви могут негативно влиять на почву в лесах, сохраняя следы загрязнения тяжелыми металлами в пищевой цепи.

Результаты недавнего исследования специалистов Вермонтского университета свидетельствуют о том, что дождевые черви поглощают тяжелые металлы из промышленных выбросов, отравляя тем самым животных, которые ими питаются. Исследователи считают, что это может быть объяснением сокращения популяций диких животных в Новой Англии (США). Неожиданностью для ученых стал тот факт, что накапливающие в себе ртуть и свинец черви, могут быть угрозой устойчивости всей экосистемы. Уровень содержания этих элементов в дождевых червях может быть достаточно высоким для того, чтобы привести к летальному исходу питающегося ими животного. По мнению американских специалистов, в такой ситуации дождевые черви могут негативно влиять на почву в лесах, сохраняя следы загрязнения тяжелыми металлами в пищевой цепи. Многие люди не только в США, но и во всем мире, проживают в условиях загрязненной тяжелыми металлами среды. Учитывая, что подобные элементы могут оставаться в организме на протяжении нескольких десятилетий, потребители имеют право знать, какие продукты питания являются безопасными для здоровья [4].

В последние десятилетия ведущим процессом, определяющим формирование эколого-геохимического состояния территории, стал техногенез. Интенсивное промышленное использование природных ресурсов вызвало существенные изменения распределения некоторых химических элементов в поверхностном слое зоны аэрации. Прежде всего это касается тяжёлых металлов, накопление высоких концентраций которых в естественной среде связано с антропогенной деятельностью. Тяжёлые металлы, как особая группа элементов, выделяются в связи с токсическим действием на живые организмы при их высоких концентрациях, значительно превышающих фоновые величины. Выбросы и сбросы техногенных объектов, с высоким содержанием тяжёлых металлов, аккумулируются в почвах, которые в значительной степени подвержены влиянию, обусловленному промышленной деятельностью человека. Почва - это сложная и динамичная система. Она состоит из нескольких слоёв, которые различаются по своему физическому, химическому, минералогическому и биологическому характеру, на которые влияет климат и активность живых организмов. Кроме того, способствуя сохранению всех форм жизни, образующихся на земной поверхности, почва играет важную роль в защите грунтовых вод, действующих как коллекторный фильтр органических и неорганических остатков, способствуя связыванию возможных токсичных соединений [5].

Методы. В экспериментальной части было рассмотрено влияние ионов тяжелых металлов на структуру дождевых червей. Использовали почву Ачисая, а так же определили составпочвы (Таблица 1).

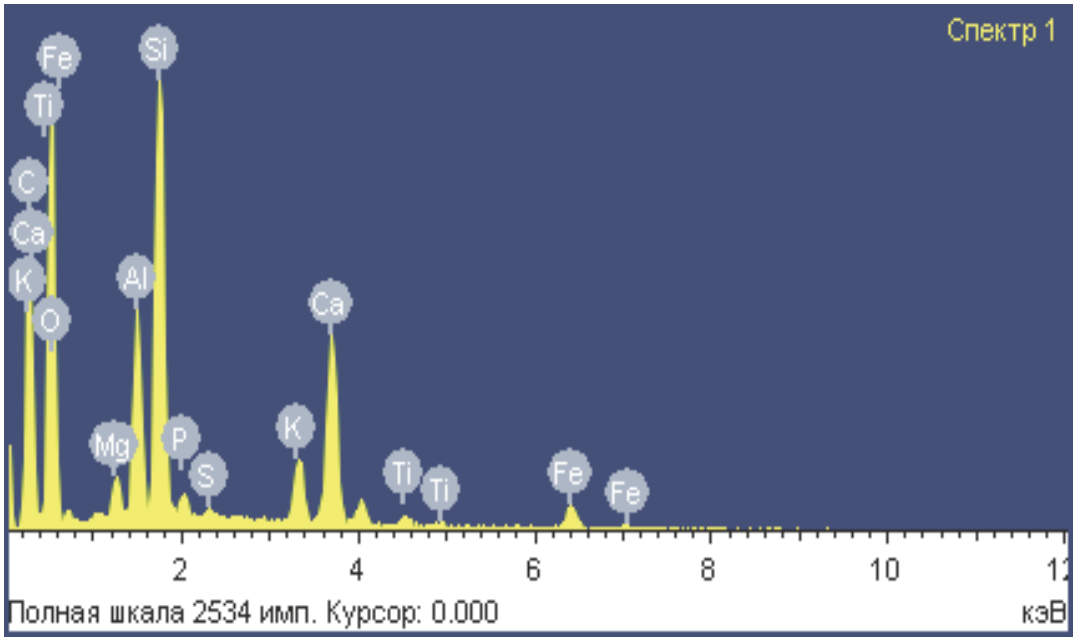
Таблица 1. **Усредненный химический анализ сырья Ачисайского месторождения до опыта**

Наименование объекта	Pb	Ca	Al	Zn	As
Ачисайское месторождение	18,87	3,50	0,081	116	0,64

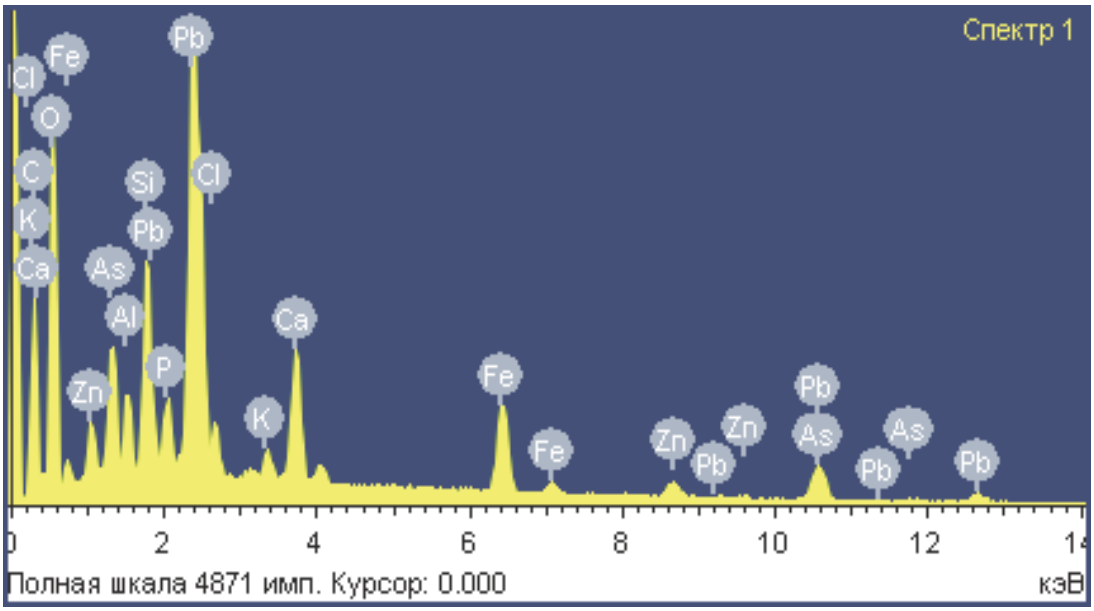
Берем пластиковую посуду и заполняем почвой. Далее добавляем 10 штук дождевых червей. Каждый день наблюдаем за явлениями. Изменений у червей в первый день не наблюдались. На четвертый, пятый день цвет червей изменился. На шестой день убираем всех дождевых червей из почвы. И определяем состав почвы (Таблица 2).

Таблица 2. **Усредненный химический анализ сырья Ачисайского месторождения после опыта**

Наименование объекта	Pb	Ca	Al	Zn	As
Ачисайское месторождение	12.4	1.2	0.07	87.6	0.47



а) ИК-спектрограмма гистологических срезов дождевых червей контрольного варианта

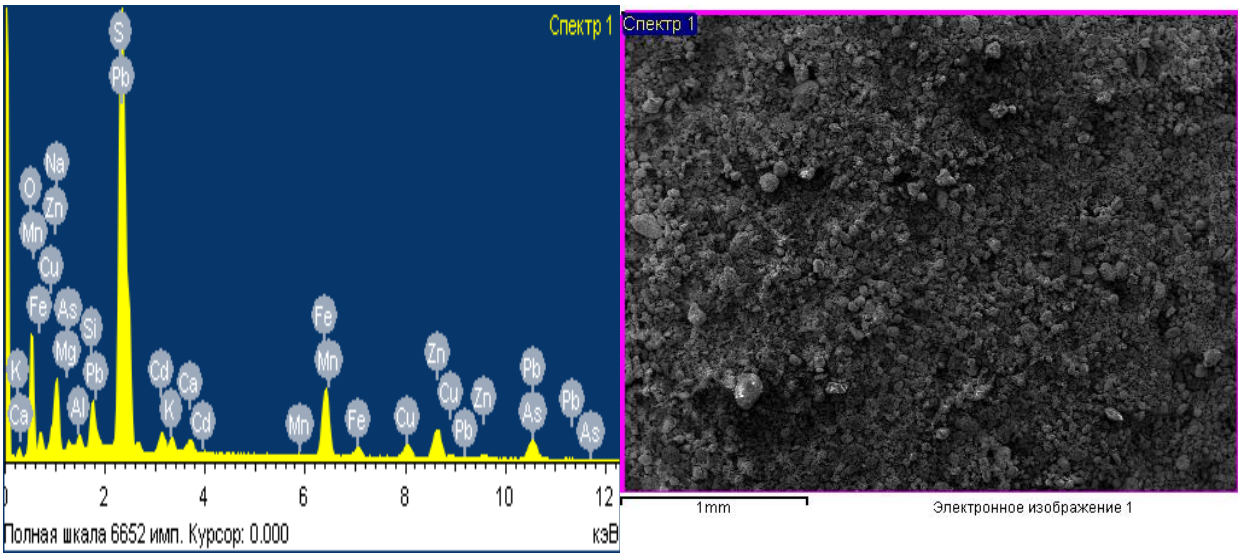


б) ИК-спектрограмма гистологических срезов дождевых червей опытного варианта

Таблица 3. **Усредненный химический состав пылей различных стадии свинцово - цинкового производства**

Наименование материала	Содержание компонентов, %							
	Pb	Zn	Cu	Fe	S	Sb	As	CaO
пыль тонкой очистки	39,79	15,19	10,94	3,2	8,3	0,51	1,0	н/о*
пыль сухой очистки	39,9	8,88	2,06	7,87	14,37	0,34	0,37	
циклонная пыльшахтной печи	32,37	79,87	2,32	9,84	-	0,19	0,65	1,62
циклонная пыль агломерационного цеха	38,68	7,32	2,69	9,2	11,74	0,16	0,404	2,54
конверторная пыль	63,33	3,47	1,82	0,23		0,66	7,08	
Конверторная пыль из ОПС в ОСШ : 6	29,9	1,79	40,82				5,51	

Примечание*: н/о не обнаружено



Элемент	Весовой, %	Элемент	Весовой, %
O	18.33	Ca	0.84
Na	1.41	Mn	0.17
Mg	0.19	Fe	10.93
Al	0.60	Cu	3.77
Si	2.01	Zn	11.03
S	12.61	As	0.59
K	0.55	Cd	3.20

Рис. 1. Морфологический и элементный состав пылей свинцово-цинкового производства

Химический анализ сырья Ачисайского месторождения определялся по МУ 08-47/203 [6]. Дождевые черви - главные потребители мертвых растительных остатков. Поглощая вместе с почвой огромное количество растительного детрита (распадающихся мёртвых растительных тканей), микробов, грибов, водорослей, простейших нематод, тяжелых металлов и т. д., они переваривают их, выделяя с копролитами (копрос - испражнение, литое -камень) большое количество собственной кишечной микрофлоры, ферментов, витаминов, биологически активных веществ, которые обладают антибиотическими свойствами и препятствуют развитию патогенной (болезненной) микрофлоры,

гнилостных процессов, выделению зловонных газов, обеззараживают почву и придают ей приятный запах земли. Есть у червей и другая специфическая особенность, весьма полезная для земледелия. Связана она с их уникальной способностью мелиорировать и структурировать почву. Проблема загрязнения почвенных ресурсов различными ксенобиотиками остается одной из ведущих для большинства индустриальных стран. Актуальным вопросом является загрязнение почв ионами тяжёлых металлов, которые попадают в окружающую среду в районах добычи и переработки металлосодержащего сырья, с выбросами ТЭЦ и автотранспорта. Появление техногеннозагрязнённых районов на юге Казахстана связано с последствиями бурно развивающейся горно- металлургической отрасли во второй половине прошлого века. По антропогенному воздействию на окружающую среду Туркестанская область была на первом месте по республике [7].

Результаты. По результатам анализов элементного состава выявлено, что в тканях дождевых червей аккумулируются ионы свинца, цинка, меди, кадмия, железа и мышьяка, что делает представителей люмбрикофауны перспективным объектом для биорекультивационных и экологических целей. Цвет дождевых червей во время опыта менялся на ярко-жёлтый, черный и прозрачный , но во всех прочих отношениях вполне здоровые (Рисунок 2).

Рис.2. Виды дождевых червей, встречающиеся в почве Ачисая

Благодаря этой особенности, черви могут служить надёжными биодетекторами загрязнения почвы. Загрязняя почву тяжелыми металлами определяли процентное соотношение гибели дождевых червей. При внесении цинка гранулированного в почву на начальных этапах накопление цинка в организме дождевых червей не наблюдается по экспериментальным данным. Это объясняется тем, что почва как полидисперсная гетерогенная система обладает потенциалом к самоочищению. Однако, при добавлений других тяжелых металлов, почва теряет способность к самоочищению и происходит накопление загрязнителя, как в почве, так и в организме дождевых червей. Загрязнение объектов биосферы, в том числе пищевого сырья, как растительного, так и животного происхождения, солями тяжелых металлов, учитывая их высокую токсичность, способность накапливаться в организме человека, оказывать вредное воздействие даже в сравнительно низких концентрациях, может иметь ряд серьезных последствий для здоровья человека, вызывая развитие так называемых экологически обусловленных заболеваний. Прием токсических веществ приводит к необратимым изменениям внутренних органов. В результате развиваются неизлечимые болезни: нарушения желудочно-кишечного тракта, печени, почечные и печеночные колики, параличи. Нередки смертельные случаи.

Обсуждение. Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Поверхностный слой почв Ачисая загрязнен тяжелыми металлами (Pb, Zn, As, Cd). Уровень валового загрязнения по этим металлам превышает на многих участках ПДК в 2-3 раза.

2. Основными источниками загрязнения поверхностного слоя почвы тяжелыми металлами являются автотранспорт, промышленные предприятия и свалки мусора.

3. В почвах Ачисая встречается 4 вида дождевых червей: *Aporrectodea caliginosa, Allolobophora trapezoids, Aporrectodea rosea, Lumbricus foetida.*

5. Имеется значимая корреляция между коэффициентом биоаккумуляции Pb, Zn, As, и Cd дождевыми червями и концентрацией этих металлов в почве.

6. Разные виды дождевых червей имеют разную способность к аккумуляции тяжелых металлов в своем организме.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Байботаева А.Д., Кенжалиева Г.Д. Влияние человека на окружающую среду // Международный научный журнал «Интернаука»№ 18 (40) / 2017, 1 том: Сборник научных трудов/ Сельскохозяйственные науки. Киев, 2017. – С. 46 – 49.

[2] Прохоров, А.М. Большой энциклопедический словарь. – 2-е изд., Санкт-Петербург: Наука, 2004. – 1456 с.

[3] Гимадеев, М.М., Щеповских, А.И. Экологический энциклопедический словарь. Около 11000 слов. – 2-е изд., Казань, Природа, 2000. – 544 с.

[4] https://www.glutenlife.ru/news/8543.html

[5] Сердюкова А. Ф., Барабанщиков Д. А. Последствия загрязнения почвы тяжелыми металлами // Молодой ученый №51/ Экология, — 2017. — С. 131-135.

[6] МУ.08-47/203 Почва. Методика выполнения измерений массовых концентраций цинка, кадмия, свинца, меди, марганца, никеля, кобальта, железа, мышьяка, селена и ртути методом инверсионной вольтамперометрии. Томск, 2009

[7] Исаева А.У. Аккумуляция ионов свинца дождевыми червями в суглинистых почвах южного Казахстана // Известия ОГАУ.Агрономия и лесное хозяйство. - 2018. - №3 (71) - С. 11 -14.

Байботаева А.Д., Исаева А.У., Кенжалиева Г.Д., Босак В.Н., Кочеров Е.Н., Усенкулова Ш.Ж.

Оңтүстік қазақстан топырағын бағалаудағы люмбрицидтердің биоиндикациялық рөлі

Түйіндеме. Өкінішке орай, топырақ пен оның құнарлығы біз үшін қаншалықты маңызды екенін бәрі бірдей түсінбейді. Олар біздің болашағымыз оны қаншалықты мұқият басқарғанымызға байланысты екенін түсінбейді. Оның ластануы (химиялық, физикалық, биологиялық) жер бетіндегі барлық тіршілік жағдайларына, соның ішінде адамдарға кері әсерін тигізеді. Әсер тікелей болуы мүмкін: біз тыныс алғанда, зиянды заттар шаңмен бірге денеге енеді. Ауыр металдар, полиароматикалық көмірсутектер, пестицидтер, олар топырақтан жуылып, жер асты және жер үсті суларына түсіп, біздің денсаулығымызға, сондай-ақ, қолайсыз жағдайда өсірілген өсімдіктерді жегенде әсер етеді. Қазіргі уақытта барлық тірі организмдерге, оның ішінде адамдарға өндірістік қалдықтарда кездесетін және қоршаған ортаға шығарылатын антропогендік ластағыштар теріс әсер етеді. Ең күшті және кең таралған химиялық ластанудың бірі - қоршаған ортаның ауыр металдармен ластануы. Топырақтың ғаламдық экологиялық рөлі табиғи ортаның өзара әрекеттесуінің нәтижесі бола отырып, өзі де осы ортаға шешуші әсер ететіндігінде. Мұны түсіну экожүйелерге техногендік қысымның өсуі жағдайында өте маңызды.

Түйін сөздер: топырақ, қоршаған орта, ауыр металдар, құрт, ластану, тірі организмдер.

ӘӨЖ 615.8:338.48:332.14
МРНТИ 71.37.05

[1]A.M. Sergeyeva, [2]Saparov K.T., [3]A.G. Koshim
([1]K. Zhubanov Aktobe Regional State University, Aktobe, Kazakhstan, [2]L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan, [3]al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: aiko-sm@mail.ru, asima_gk@mail.ru)

FEATURES OF THE ORGANIZATION OF HEALTH TOURISM IN THE WEST KAZAKHSTAN REGION

Abstract. The article deals with the features of medical and health tourism in the system of recreational nature management. The estimation of tourist and recreational resources of the West Kazakhstan region for the development of medical and health tourism is developed. Geoecological and regional methods were used in assessing the recreational opportunities of the region. The theoretical aspects of the features of the recreational potential of the territories, socio-economic and geoecological situation in the development of health tourism in the West Kazakhstan region are analyzed.

Keywords: medical and health tourism, infrastructura, tourism cluster, tourist and recreational resources, natural complex, sanatorium, recreational potential.

[1]А.М. Сергеева, [2]Сапаров Қ.Т., [3]А.Ғ.Көшім
([1]Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ақтөбе қаласы, Қазақстан Республикасы, [2]Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қаласы, Қазақстан Республикасы, [3]әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы, E-mail: aiko-sm@mail.ru, asima_gk@mail.ru)

БАТЫС ҚАЗАҚСТАН АЙМАҒЫНДА ЕМДЕУ-САУЫҚТЫРУ ТУРИЗМІН ҰЙЫМДАСТЫРУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа. Ғылыми мақалада Батыс Қазақстандағы емдеу-сауықтыру туризмінің ерекшеліктері қарастырылды. Батыс Қазақстан аймағының туристік-рекреациялық ресурстарын емдеу-сауықтыру туризмін дамыту мақсатында бағалау критерийлері әзірленді. Аймақтың рекреациялық мүмкіншіліктерін бағалауда геоэкологиялық, аумақтық әдістер қолданылды. Батыс Қазақстан аймағында емдеу-сауықтыру туризмін дамытуда әлеуметтік-экономикалық, геоэкологиялық жағдайлар, аумақтың рекреациялық әлеуетінің ерекшеліктері теориялық тұрғыдан талданды.

Түйінді сөздер: емдеу-сауықтыру туризмі, инфрақұрылым, туризм кластері, туристік-рекреациялық ресурстар, табиғи кешен, шипажай, рекреациялық әлеует

Кіріспе

Әрбір аумақ туристік ресурстардың ерекше жиынтықтарына ие, олар рекреациялық дамудың мамандануын анықтайды. Емдеу-сауықтыру туризмі – бұл табиғаттағы бағдарлы туристік аудандардың рекреациялық әлеуетін игеруде болашағы бар бағыттардың бірі. Емдеу және сауықтыру сегментін қамтитын, туристердің барлық қажетті ресурстарға ие маманданған курорттық орындарға өз бастамасымен баруына байланысты туризмнің осы түрін дамыту қазіргі кезде маңызды. Бұл ретте шипажайларға барудың басты мақсаты болып демалыспен, көңіл көтерумен үйлестірілген адам денсаулығын жақсартудың барлық формалары жатқызылады [1]. Емдеу-сауықтыру туризмі – велнесс-туризм ұғымына жақын. Оның міндетті құрамдас бөлігінің бірі – анимациялық-көңіл көтеру туризмі. Екінші жағынан, емдік-сауықтыру туризмін денсаулықты жақсарту мақсатындағы кез-келген саяхаттардың жиынтық ұғымы ретінде түсінуге болады. Емдеу-сауықтыру туризмінің өзіндік ерекшелігі бар: ол туризмнің, денсаулық сақтау және шипажай ісі секілді үш саланың қиылысында қалыптаса отырып түрлі әлеуметтік-экономикалық категорияларды қамтиды, табиғи-ресурстық бағдарлылығымен ерекшеленеді және материалдық-техникалық жоғары деңгейлі базасы мен білікті қызметкерлерінің болуын қажет етеді (1-сурет).

1-сурет. Емдеу-сауықтыру туризмін ұйымдастыру ерекшеліктері

Зерттеу нысаны

Зерттеу нысаны Батыс Қазақстан аймағында геоэкологиялық талдама негізінде емдеу-сауықтыру туризмін ұйымдастыру ерекшеліктерін саралау, аймақтың рекреациялық мүмкіншіліктерін анықтау.

Шипажай-курорттық қызмет көрсету туризмнің ең бір маңызды саласы, өкініштісі Қазақстанда, соның ішінде нарықтық экономика жылдары бұл сала басқа елдердегідей табысты және тиімді бола қойған жоқ. Шипажай-курорттық сала елімізде өз кезегінде туризм саласында жандана бастады. Қазақстанда емдеу-сауықтыру туризмінің дамуы өндірістік мамандандыру мен облыс орталықтарындағы қоршаған ортаның геоэкологиялық жағдайымен ерекшеленді.

Қазақстанда туризм деңгейі мен оның инфрақұрылымын жаңа санаторлы-курорттық туризмнің жаңа деңгейіне шығару қажет болды. Шипажай-курорттық кешен нысандарын дамытуды жоспарлауда бәсекелестікті, денсаулық сақтау мекемелерінің инновациялық жолмен дамуы, олардың материалды-техникалық базасы, т.б. инфрақұрылымдардың дамуы есепке алыну керек.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Табиғи-ресурстық әлеуеттің сапасы мен түрлі элементтері емдеу-сауықтыру туризмі жүйесінің күрделі екендігін білдіреді. Емдік-сауықтыру туризмінің рекреациялық ресурстарын талдау мен экологиялық-шаруашылық тұрғыдан жан-жақты бағалау табиғатты тиімді пайдалануды және шипажайлық-туристік кешеннің тұтас дамытылуы үшін алғышарт болып саналады. Емдік-сауықтыру туризмі үшін қажетті ресурстардың өзара үйлесімділігі аумақтың емдік-сауықтыру туристік әлеуеті жүйесі түрінде көрінеді. Мақалада Колотова Е.В., Ветитнев А.М., Кольцова А.А., Портер М., т.б. еңбектері қолданылды [2, 3, 4, 5]. Отандық зерттеушілерден Тоқпанов Е.А., Мазбаев О.Б., Мұқаев Ж.Т., Өзгелдинова Ж.О, т.б. еңбектері қарастырылды [6, 7]. Емдік-сауықтыру аумақтар, рекреациялық туристік өнімді қалыптастыруда рекреациялық әлеуетті пайдалану ерекшеліктері анықталды. Батыс Қазақстан аймағы үшін емдік-сауықтыру аумақтары геоэкологиялық тұрғыдан сараланып кезеңдерге жіктелді. Мақала нәтижелері салыстырмалы талдау әдістері, бағалау әдістері, статистикалық әдістер, хорологиялық (аймақтық зерттеу), аралас сынды әр түрлі географиялық әдістерге негізделді.

Зерттеу нәтижелері мен тұжырымы

Емдік-сауықтыру туристік әлеуетінің геоэкологиялық зерттеулері табиғи емдік ресурстарды жүйелі және кешенді бағалаудың және оларды тиімді пайдаланудың қажеттілігімен, шипажайлық ландшафттардың рекреациялық жүктемелерге қатысты төзімділігін анықтаумен, олардың осы күйін ұстап тұрумен сипатталады. Емдеу-сауықтыру туризмін дамыту келешегін анықтау рекреациялық әлеуеттің емдік-сауықтыру жүйесінің кешенді талдануына негізделген. Емдеу-сауықтыру туризм әлеуеті элементтерін кешенді бағалау бір жағынан аумақтың табиғи компоненттерін бағалауға мүмкіндік береді, ал екінші жағынан емдеу-сауықтыру туризмі саласын дамыту қажеттігіне әлеуметтік-экономикалық негіздеме жасайтын геоэкологиялық талдама негізінде жүргізіледі. Геожүйелердің ерекшеліктері емдеу-сауықтыру туризмін ұйымдастыру үшін қажетті орынды таңдау кезде ерекше маңызға ие болады. Емдеу-сауықтыру туризмін дамыту мүмкіндігін талдауда аумақтың бальнеологиялық әлеуетін бағалау маңызды, ол табиғи ресурстар ресурстарына сүйене отырып ем алуға мүмкіндік алатын адамдар санын анықтауға мүмкіндік береді [8].

Шипажай орны ретінде табиғи емдік факторларына (геологиялық және емдік ресурстарға) ие, ерекше ландшафттық-климаттық жағдайлары және белгілі бір дәрежеде дамытылған инфрақұрылымдары бар аумақ түсіндіріледі. Шипажай орнының рекреациялық дамуы аумақтың әлеуметтік-мәдени және экономикалық игерілуінің ерекшеліктеріне байланысты, ал олардың рекреациялық құндылығының деңгейіне көптеген факторлар алғышарт бола алады.

Қазіргі заманғы әлеуметтік-экономикалық, геоэкологиялық ахуалды ескере отырып аумақтың рекреациялық ресурстарын бағалауға мүмкіндік беретін V кезең 2-суретте берілген:

I. Емдік ресурстардың сандық және сапалық бағалануын жүргізуге мүмкіндік беретін табиғи-рекреациялық әлеуетті компоненттік тұрғыдан талдау;

II. Шипажай орындарының туристік инфрақұрылымы мен көліктік қол жетімділігі деңгейін бағалауға мүмкіндік беретін аумақтың инфрақұрылымдық әлеуетіне функционалдық-технологиялық талдау жүргізу;

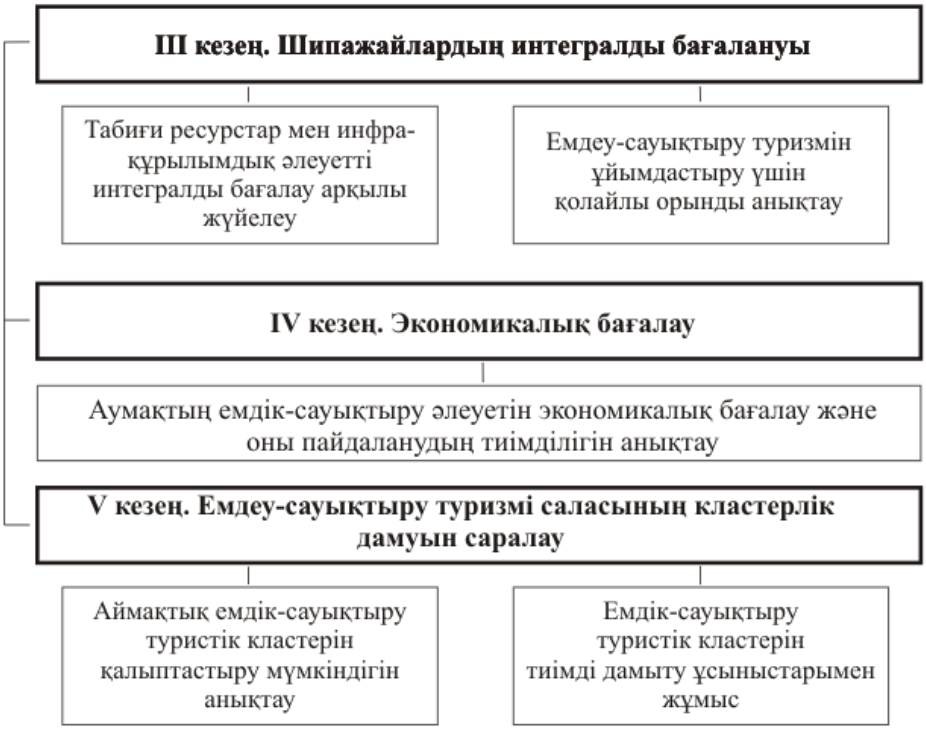
III. Ең қолайлы шипажайлық орындарды анықтай отырып, геожүйелерді көптеген әр түрлі сапалық белгілер жиынтықтары бойынша салыстыруға мүмкіндік беретін шипажай орындарын интегралды бағалау;

IV. Табиғат ресурстарының жалпы экономикалық құндылықтарына кешенді тұрғыдан негізделген емдік ресурстарды экономикалық сипатта бағалау;

V. Өңірішілік емдік-сауықтыру кластерін қалыптастыру мүмкіндіктерін анықтайтын емдеу-сауықтыру туризм саласының кластерлік дамытылуына талдау жүргізу.

I кезең. Табиғи-рекреациялық әлеуеттің талдамасы
Бальнеологиялық ресурстардың бағалануы
Емдік су ресурстары
Емдік балшық ресурстары
Су көзінің емдік қасиеттеріне сапалық талдама
Сандық бағалау:
- ресурстар қорының бағалануы;
- ресурстар әлеуеті өнімділігінің бағалануы
Аумақтың климаттық қолайлылығының бағалануы
Дәрілік өсімдіктер ресурстарының бағалануы
Емдік бағыттағы жануарлар ресурстарының бағалануы
Шипажайлардың табиғи кешендерін пайдаланудағы шектеулер
Рекреацияға қажетті қолайлы және шектеуші факторларды анықтау мақсатындағы аумақтардың климаттық жағдайларының жалпы сипаттамасы
Баллдық әдістеме негізінде шипажайлардың климаттық жағдайларының қолайлылығын бағалау және емдеу-сауықтыру туризмін ұйымдастыру үшін орынды таңдау

II кезең. Шипажай инфрақұрылымы әлеуетінің функционалды-технологиялық талдамасы
Шипажайлық-курорттық инфрақұрылымды пайдалану мүмкіндіктерін талдау
Шипажайлық-курорттық инфрақұрылымның сыйымдылығы
Шипажайлық-курорттық инфрақұрылымның қолайлылық деңгейі
Көлік инфрақұрылымын талдау
Көлік желісінің жиілігіне баға беру
Шипажайлардың жолдарының сапасы мен көлік жетімділігінің бағалануы
Шипажайлардың әлеуметтік-мәдени саласын дамыту



2-сурет. Аймақтық деңгейдегі емдеу-сауықтыру туризмі әлеуетін пайдалануды геоэкологиялық талдау

I кезең бойынша Батыс Қазақстан аймағының табиғи-рекреациялық әлеуетіне байланысты бальнеологиялық ресурстары, аумақтың климаттық жағдайы, өсімдіктер мен жануарлардың емдік бағытта бағалануы есепке алынады.

1-кесте. **Батыс Қазақстан аймағындағы шипажайлардың интегральды бағалануы**

№	Шипажай атауы	Баллмен бағалануы						
		Бальнеологиялық ресурстар	Климаттық жағдайлары	Биологиялық ресурстар әлеуеті	Инфрақұрылымдық әлеует және көліктің қолжетімділігі	Туризмнің басқа түрлері	Экологиялық жағдай	Кешенді бағалау
1	«Юкон» шипажайы, Ақтөбе қ.	3	3	1	3	1	2	13
2	«Қарғалы» шипажайы, Ақтөбе қ.	3	3	1	3	1	2	13
3	«Шипагер» шипажайы, Ақтөбе облысы, Алға ауданы	3	3	1	2	1	3	13
4	«Зәру» шипажайы, Ақтөбе облысы, Мәртөк ауданы	3	3	2	2	2	3	15
5	«Ақжайық» шипажайы, Батыс Қазақстан облысы, Теректі ауданы	3	3	1	2	2	3	14
6	«Жаңақала» шипажайы, Батыс Қазақстан облысы, Жаңақала ауданы	1	3	2	1	1	3	11
7	«Атырау» шипажайы, Атырау облысы, Атырау қ.	4	1	2	3	1	2	13
8	«Шағала» шипажайы, Маңғыстау облысы, Ақтау қ.	2	2	2	3	2	2	13
9	«Шипагер» шипажайы, Маңғыстау облысы, Ақтау қ.	2	2	2	3	2	2	13
10	«Кендірлі» демалыс базасы, Маңғыстау облысы	2	2	2	2	3	3	14

Әртүрлі көрсеткіштерді синтездеу үшін интегральдық сипаттамалар төмендегі 2,3 - кестелер негізінде жасалды. 1-кестедегі кешенді балл нәтижесі Батыс Қазақстандағы барлық шипажайлардың мүмкіндіктерінің бірдей екендігін көрсетті. Ақтөбе облысының шипажайлары мамандар мен медициналық техникалармен жабдықталуына, инфрақұрылымдық әлеует және көліктің қолжетімділігіне байланысты қарқынды жұмыс жасап келеді. Облыстардың табиғи рекреациялық тартымдылығы, қолжетімділігі, меңгерілу деңгейі, рекреациялық сыйымдылығы әртүрлі. Қазақстанның басқа аймақтарымен салыстырғанда Батыс Қазақстан аймағында емдік-сауықтыру туризмі нашар дамыған. Бұған әсер ететін басты фактор климаттық жағдайдың салыстырмалы түрде қолайлылығы мен қолайсыздығы.

2-кесте. **Шипажай әлеуетін бағалау шәкілі**

Балл	Климаттық жағдайлары	Биологиялық ресурстар әлеуеті	Инфрақұрылымдық әлеует және көліктің қолжетімділігі, аудан орталығынан қашықтығы, км	Туризмнің басқа түрлері	Экологиялық жағдай
0	өте қолайсыз	төмен	>200	-	Дағдарысты
1	қолайсыз	орташа	100-200	1	Қауіпті
2	салыстырмалы қолайлы	жоғары	50-100	2-3	Шиеленіскен
3	қолайлы	аса жоғары	<50	>3	Қанағаттанарлық

3-кесте. **Батыс Қазақстан аймағының балнеологиялық ресурстары**

№	Облыстар	Жерасты суларының минералдылығы 1 г/дм^3	Жерасты суларының минералдылығы 1-3 г/дм^3	Жерасты суларының минералдылығы 3-10 г/дм^3	Балл
1	Ақтөбе облысы	5435	3985	3837	3
2	Атырау облысы	116	1705	3415	4
3	Батыс Қазақстан облысы	1372	1253	302	1
4	Маңғыстау облысы	256	291	961	2

Қазақстан Республикасының Ұлттық Атласы деректері бойынша жасалды [9].

Батыс Қазақстан аймағының балнеологиялық ресурстары барлық облыстарда кездеседі, бірақ емдік-сауықтыру мақсатында толық пайдаланылмайды (3-кесте). Мәселен, Атырау облысында емдеу-сауықтыру туризмін дамыту үшін Индер, Батыс Қазақстан облысында Шалқар көлдерін игеруге болады. Индер, Шалқар көлдерінің құрамы толық зерттеуді қажет етеді. У. Ахметсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институтының химиялық талдау зертханасы, Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университетінің сынақ орталығы Батыс Қазақстан облысының тұзды сор көлдерінен алынған балшықтар мен суға талдау жасады. Зерттеу нәтижесінде емдік балшықтардың сульфидті-тұнбалы бромды қоспаларға бай екендігін көрсеткен. Аймақтың климаттық қолайлылығы әр облыста әртүрлі. Ақтөбе облысының солтүстігі мен Батыс Қазақстан облысының аумағы қолайлы. Ал Атырау және Маңғыстау облыстарының климаттық жағдайы салыстырмалы қолайлы. Бұл облыстарда шаңды дауылдар, аңызақ ауа-райы жиі болып тұрады. Дәрілік өсімдіктер Ақтөбе және Батыс Қазақстан облыстарының дала зонасында кездеседі, алайда емдік-сауықтыру мақсатында қолданылмайды. Дәрілік жануарлар ретінде балықтар мен сүтқоректілерді барлық

облыстардан кездестіруге болады. Қазіргі кезде Ақтөбе облысының Мәртөк ауданында маралдар жерсіндіріліп, емдік-сауықтыру мақсатында қолданылып келеді. Келешекте балық шаруашылығын да осы салада игеруді қажет етеді.

Шипажай инфрақұрылымы әлеуетінің функционалды-технологиялық ерекшеліктері бойынша Маңғыстау облысының шипажайлары салыстырмалы жоғары деңгейде. Ақтөбе облысында медициналық туризмді жетілген құрал-жабдықтар мен сапалы медицина мамандары негізінде дамытып отыр. Бірақ Ақтөбе облысының туристік-рекреациялық ресурстары емдік-сауықтыру мақсатында пайдалану үшін толық пайдаланылмай келеді. Ақтөбе облысында туристік инфрақұрылымның дамымауы минералды су көздері, ыстық құмдар, тұздар мен емдік балшықтарды кеңінен пайдалануға мүмкіндік бермей отыр. Аймақ шипажайларына еліміздің басқа аймақтарындағы дәстүрлі шипажай орындарымен бәсекеге түсу қиынға түседі, сондықтан, емдік-сауықтыру туризмі кластерлік саясат шеңберінде дамытуды қажет етеді. Табиғатты рекреациялық пайдаланудың шеңберінде, оның ішінде емдеу-сауықтыру туризмі саласында тұтынудың соңғы өнімі табиғи және техногендік жүйелерді пайдалану негізіндегі әлеуметтік-мәдени факторлардың тұтас кешенінің әсерімен жасалады, бұл ретте онда туристік нарықтың да, өзге салалардың да қатысушылары өзара әрекеттесуге түседі. Емдік-сауықтыру туризмінің бәсекеге қабілетті туристік өнімін кешенді қалыптастыру тек кластерлік саясатты жүзеге асырудың нәтижесінде ғана мүмкін болады.

Емдік-сауықтыру туризмінің кластері – бұл емдік ресурстардың қажетті ресурстарына ие табиғи нысандардың жиынтығын, сондай-ақ қызметтері аумақтың рекрациялық мүмкіндіктерін тиімді игеруге бағытталған туризм кәсіпорындарын, шипажай-курорттық мекемелерін, жергілікті билік органдарын қамтитын аумақтық құрылым [10]. Кластерлік саясат деп аумақтың бәсекеге қабілетті туристік кешенін дамыту үшін қолайлы жағдайларды қалыптастыруға көмектесетін туризм мекемелерінің, билік органдарының, ғылыми-зерттеу институттарының, сондай-ақ туристік кластердің өзге де қатысушыларының бірлескен, мақсатты бағытталған іс-әрекеттері ұғынылады [11]. Аумақтық рекреациялық жүйе – бұл белгілі бір аумақ шеңберінде құрылымдық және аумақтық тұтастығымен сипатталатын өзара байланысты жүйелер: демалушылар топтарынан, табиғи және мәдени аумақтық кешендерінен, техникалық жүйелерден (инженерлік құрылымдар), қызмет көрсету қызметкерлері мен басқару органдарынан тұратын күрделі жүйе. Алайда нарықтық жүйедегі шаруашылық жүргізу шарттарының өзгеруі нәтижесінде туристік шаруашылықты ұйымдастыру моделін қайта саралау жүзеге асады, сол себепті қазіргі таңда кластерлік тұрғы қолданылады, ол бәсекеге қабілеттілікті қолдау мен бизнесті дамыту тұрғысынан ең тиімді форма.

Туризмнің кеңістіктік ұйымдастырылуының өзге формаларымен салыстырғанда кластердің бірнеше ерекшеліктері мен артықшылықтары бар. Олар [12]:

- Туристік кластердің негізгі айырмашылығы – барлық аумақ мен жалпы туристік саланың дамытылуының нақты бір кәсіпорынның дамытылуына бағдарлануында жатыр;
- Кластер – бұл көлденең байланыстар мен жекеленген элементтердің автономдылығына негізделген ашық жүйе, бұл бәсекелестік пен әріптестікті қатар дамытуға мүмкіндік береді;
- Кластерлік тұрғы мемлекеттік ұйымдар мен туристік кәсіпорындардың аумақтардың бәсекелестіктерін арттыру мақсатындағы әріптестік пен бірлескен әрекеттеріне негізделген;
- Кластерлік модельдің енгізілуі кәсіпкерлердің психологиясын өзгертуге жағдай жасайды, бұл бәсекелес фирмаларды аумақтың әлеуеттері мен оның бәсекелік артықшылықтарын жүзеге асыру мақсатындағы әріптестікке (өзара ақпарат алмасу, бірлескен ғылыми зерттеулер мен турөнімді нарыққа шығару және т.б.) жетелейді, туристік кластерді құру аумақтың тұрғылық келбетін анықтап, өңір имиджін қалыптастыруға ықпал етеді.

Қорытынды

Батыс Қазақстан аймағы басқа аймақтармен салыстырғанда ерекше физикалық-географиялық сипатқа ие. Каспий теңізі мен ұсақ тұзды көлдердің халық арасында сұранысқа ие болуы келешекте осы аумақта емдеу-сауықтыру туризмін дамытуға болатындығын негіздейді. Маңғыстау облысы Каспий теңізінің рекреациялық ресурстарын тиімді пайдалану арқылы туризмді жолға қоя алады. Батыс Қазақстан аймағының облыстарында гидротерапия, қымызбен емдеу, нафталанмен емдеу, псаммотерапия, т.б. түрлерді дамытуға болады.

Емдік-сауықтыру туристік әлеует аумақтың табиғи-ресурстық әлеуетінің жалпы құрылымына енетін жалқы жүйе. Ол туристік және шипажайлық инфрақұрылым элементтерінің, сонымен қатар осы шипажайлық орындардың экожүйелеріне залал келтірмейтіндей деңгейдегі халықты рекреациялау, емдеу, демалу және сауықтыру процестерін қамтамасыз ету үшін қажетті сапалық деңгейлер мен ресурстарға ие емдік ресурстардың жиынтығы түрінде көрінеді. Емдік-сауықтыру

туристік әлеуеті жекеленген ресурстардың жиынтығы емес, адам мен тірі табиғаттың «Емдеу-сауықтыру орны – туристік қызмет – адам» жүйесіндегі өзара байланысты қатынастардың тұтас кешені, сол себепті оны зерттеуде ерекше тұрғыдан келу қажет.

Емдік-сауықтыру туристік кластерінің негізінде емдік ресурстардың қажетті мөлшеріне ие табиғи геожүйелер жатыр, олардың базасында туризмді ұйымдастырудың мүмкіндіктері қарастырылады. Емдік-сауықтыру туристік кластері – теңдесіз шипажай орындарының негізінде қалыптасатын және туризм кәсіпорындарының, шипажайлық-курорттық мекемелердің, жергілікті билік органдарының жиынтығын қамтитын аумақтық құрылым. Олардың қызметі әріптестік қатынастарға негізделген және білімді трансферлеу, инновациялық қызметтерді енгізу, бірлескен маркетинг жолымен аумақтың рекреациялық мүмкіндіктерін тиімді игеру мақсатындағы емдік-сауықтыру туризмін дамытуға бағытталған.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Безруков Ю.Ф. Рекреационные ресурсы и курортология. – Симферополь, 1998. – 114 с.

[2] Колотова Е.В. Рекреационное ресурсоведение. – М.: Наука, 1999. – 131 с.

[3] Ветитнев А.М., Войнова Я.А. Организация санаторно-курортной деятельности: учебное пособие. – М.: Федеральное агентство по туризму, 2014. – 272 с.

[4] Кольцова А.А. Экономическая оценка лечебно-оздоровительного туристического потенциала территории: проблемы и методы //Вестник национальной академии туризма. – 2013 – №4 (28) октябрь-декабрь. – С.17-20.

[5] Портер М. Э. Конкуренция. – М.: Вильямс, 2002. – 496 с.

[6] Мазбаев О.Б., Асубаев Б.Қ., Тоқпанов Е.А Туристік іс-әрекеттерді ұйымдастырудың теориялық және әдіснамалық негіздері. – Алматы: «Алтын баспа», 2013. – 184 б.

[7] Мукаев Ж.Т., Озгелдинова Ж.О., Искаков Ж.Н. Покомпонентая интегральная оценка природных туристско-рекреационных ресурсов бассейна озера Алаколь // Новости науки Казахстана. – 2018, № 4 (138). – 72-83 с.

[8] Журавлева Л.Б. Курортное дело с основами курортологии. – Сочи, 2008. – 628 с.

[9] Қазақстан Республикасының Ұлттық Атласы

[10] Экономика туризма: учебник / М. А. Морозов, Н. С. Морозова, Г. А. Карпова, Л. В. Хорева. – М.: Федеральное агентство по туризму, 2014. – 320 с.

[11] Дунец А.Н. Пространственная организация туризма в регионе: теоретические основы кластерного подхода // Современные проблемы сервиса и туризма. – 2011, № 1. – 37- 44 с.

[12] Еспаев С.С., Киреева А.А. Ұлттық кластерлерді қалыптастыру және дамыту тұжырымдамасы. – Алматы. 2013. – 234 б.

СергееваА .М., Сапаров К.Т., Кошим А.Г.

Особенности организации лечебно-оздоровительного туризма в западно казахстанском регионе

Резюме. В статье рассматриваются особенности лечебно-оздоровительного туризма в системе рекреационного природопользования. Разработано оценивание туристко-рекреационных ресурсов Западно-Казахстанского региона в целях развития лечебно-оздоровительного туризма. При оценивании рекреационных возможностей региона использованы геоэкологические и региональные методы. Проанализированы теоретические аспекты особенностей рекреационного потенциала территорий, социально-экономических и геоэкологических ситуации при развитии лечебно-оздоровительного туризма в Западно-Казахстанском регионе.

Ключевые слова: лечебно-оздоровительный туризм, инфраструктура, туристический кластер, туристско-рекреационные ресурсы, природный комплекс, санаторий, рекреационный потенциал

УДК: 628.543.1

N.V. Sidorova, A.B. Bagali, A.Y. Rakhat, M.K. Kaldybekkyzy
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: baigali.asel@mail.ru)

IMPROVING THE EFFICIENCY OF STRUCTURES BIOLOGICAL TREATMENT OF DOMESTIC WASTEWATER OF A SHIFT CAMP IN TURKESTAN REGION

Abstract. The relevance of the work is confirmed by the need to improve the efficiency of the domestic wastewater treatment process in shift camps while simultaneously addressing the economic, environmental and economic aspects of water treatment.

Key words: denitrification, bacteria, aeration tank , activated sludge, bioactivator , waste water.

Н.В. Сидорова, А.Б. Байгали, А.Е. Рахат, М.Калдыбекызы
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: baigali.asel@mail.ru)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СООРУЖЕНИЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД ВАХТОВОГО ПОСЕЛКА В ТУРКЕСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Актуальность статьи подтверждается необходимостью повышения эффективности процесса очистки хозяйственно-бытовых сточных вод в вахтовых поселках с одновременным решением хозяйственных, экологических и экономических аспектов водоочистки.

Ключевые слова: денитрификация, бактерии, аэротенк, активный ил, биоактиватор, сточная вода.

Введение. При освоении новых территорий, развитии производства в труднодоступных, малозаселенных местностях, а так же долгосрочных работах на объектах отдаленных от жилых зон, остро встает вопрос с размещением персонала.

Для решения этой задачи строятся вахтовые поселки, предназначенные для компактного проживания людей на определенный период.

При этом для защиты окружающей среды и создания комфортных условий для рабочих, требуется строительство инфраструктурных объектов, включающих локальные системы водоснабжения и водоотведения, которые, учитывая отдаленность и труднодоступность территории, должны работать автономно.

Основная часть. Общие сведения о районе работ.

Производственная площадка рудника месторождения урана «Буденовское» с добычными полигонами и вахтовым посёлком. Ближайший населенный пункт–Каракурский с/о, с.Каракур Туркестанской обл. - удален от рудника на расстоянии 15 км.

Ближайшими городами к руднику являются Шымкент (520 км на восток), Кызылорда (350 км на запад), Туркестан (330 км на восток).

Ближайшим относительно крупными населёнными пунктами являются посёлок городского типа Кызымшек с населением порядка 3000 человек, расположенный в 120 км к северо- востоку, базовый посёлок геологов Тайконыр - в 85 км к северу, поселок Созак - в 130 км к юго-востоку.

В районе месторождения «Буденовское» постоянно проживающих жителей нет.

Техническое водоснабжение в районе рудника «Куланды» обеспечивается скважинными артезианскими водозаборами.

На территории месторождения «Буденовское» находится рудник с промышленной площадкой, а также вахтовый посёлок для проживания персонала предприятия.

Комплекс очистки сточных вод , модульной конструкции, предназначен для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод от взвешенных веществ, нитратов, нитритов, поверхностно–активных веществ и других загрязнителей, а также для обеззараживания очищенной сточной воды.

Производительность комплекса - 80 м3 в сутки.

Технологические параметры сточных вод:

РН не более 6,5-8,5;
ВВ 217 мг/л;
БПК5 -200 мг/л;
Азот аммонийный 70 мг/л;
Фосфаты 11 мг/л;
Хлориды 30 мг/л;
ПАВ 350 8,3 мг/л;
Температура сточных вод (t)
+12 - +300С;
Режим работы: круглосуточный
Поступление сточных вод на очистку: напорное.

Основные проблемы:

В результате проведенного обследования, расчета материальных балансов и пропускной

способности действующих сооружений выявляются основные недостатки существующей технологической схемы, а также проблемы, с которыми сталкивается обслуживающий персонал очистных сооружений. На основе анализа функционирования нескольких сотен действующих сооружений в Казахстане и за рубежом, можно выделить следующие основные проблемы, которые, в той или иной степени, характерны для большинства из очистных сооружений (ОС):

1. Устаревшие проектные решения, которые не способны обеспечить все более возрастающие требования, предъявляемые к качеству очистки сточных вод.

2. Устаревшие конструкции и оборудование, некачественное строительство очистных сооружений (ОС). Конструкционные недостатки отдельных сооружений, препятствующие достижению проектных показателей и ограничивающие возможности реконструкции, в первую очередь, аэротенков, отстойников и сооружений доочистки. Износ технологического оборудования.

3. Несоответствие условий эксплуатации требованиям проекта: недогруженные очищаемыми сточными водами сооружения, недогруженные или перегруженные сооружения загрязняющими веществами в поступающей на очистку сточной воде.

4. Гидравлическая неравномерность подачи сточных вод на станцию и отдельные сооружения, несогласованная пропускная способность сооружений и коммуникаций, неравномерные распределение потоков между параллельно работающими сооружениями: отстойниками, аэротенками и др. Эти недостатки связаны с отсутствием регулирующих емкостей, периодическими сбросами сточных вод промышленных предприятий, износом распределительных узлов- задвижек, шиберных затворов, отсутствием измерительной и контрольно-регулирующей аппаратуры. Эти проблемы особенно сильно проявляются при удалении биогенных элементов, так как режимы очистки сточных вод в этом случае чрезвычайно чувствительны к изменениям нагрузок.

5. Специфический состав сточных вод. Отсутствие локальной очистки на ряде предприятий города. Несоблюдение требований сброса промышленных сточных вод в городскую канализацию. Если анализы показывают наличие токсичных компонентов в поступающих стоках, которые тормозят биохимические процессы нитрификации и денитрификации, то ретехнологизация не принесет ожидаемых результатов. В этом случае сначала надо решить указанные проблемы.

6. Отсутствие эффективной механической очистки (на решетках и в песколовках).

7. Использование первичных отстойников в условиях низкой концентрации взвешенных веществ в поступающих сточных водах.

8. Проблемы с активным илом, которые определяют недостатки работы сооружений биологической очистки: вспухание ила (вызванное недостатком органических загрязняющих примесей, низким или чрезмерно высоким содержанием растворенного кислорода, наличием специфических субстратов и др.) и вызванный им повышенный вынос ила, вспенивание и др.

9. Проблемы и трудности, связанные с обезвоживанием осадка, недостаточной степенью очистки сточных вод, негативным влиянием фугатов и фильтратов, промывных и иловых вод, имеющих высокие концентрации биогенных элементов, взвесей и органических загрязнений, на процессы биологической очистки. В первую очередь эти недостатки связаны с трудностями эксплуатации сооружений, например, илоуплотнителей и аппаратов механического обезвоживания.

10.Отсутствие эффективных приборов контроля и учета технологических параметров.

Предлагаемый вариант решения:

В мировой практике в последние десятилетия для решения указанных проблем применяются следующие мероприятия, реализация которых необходима для ретехнологизации ОС:

1. Интенсификация механической очистки сточных вод. Механическая очистка решеток тонкой очистки.

2. Очистка в горизонтальных аэрируемых песколовках с функцией удаления всплывающих веществ. На этих сооружениях происходит отмывание песка от органических примесей, задержание минеральных примесей (песка) и всплывающих веществ.

3. «Нормализация»: сглаживание неравномерности поступления сточных вод на очистку, гидравлической нагрузки на сооружения (в первую очередь на отстойниках).

4. Нитрификация и денитрификация в аэротенках. Изменение способа подачи сточных вод. Разделение аэротенков поперечными перегородками с окнами с выделением зон перемешивания (установка эффективных аэрационных систем). Организация внутреннего рецикла иловой смеси. Возможно исключение первичных отстойников из технологической схемы.

5. Реагентное удаление избыточного количества фосфатов.
6. Уплотнение избыточного активного ила.
7. Ретехнологизация сооружений механического обезвоживания осадка с реагентной обработкой.

Узел механической очистки: Эффективная работа всего комплекса предопределяется механической очисткой сточных вод от нерастворенных минеральных и органических веществ. Механическая очистка позволяет удалить минеральные компоненты сточных вод и с наибольшей эффективностью провести биологическую очистку.

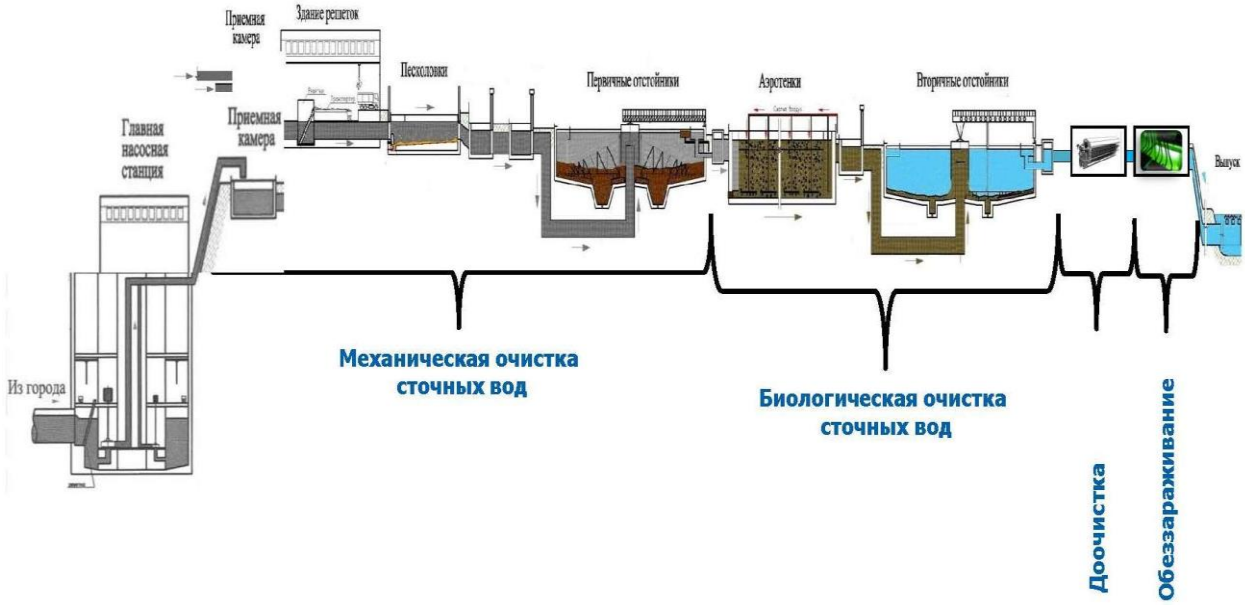


Рис. 1.2. Технологическая схема очистки хозяйственно-бытовых сточных вод

Узел биологической очистки: Биологическая очистка сточных вод в аэротенках – основное звено ретехнологизации очистных сооружений (при низких концентрациях загрязняющих примесей возможно использование биореакторов с носителями прикрепленного биоценоза).

Для интенсификации процессов окисления органических веществ и выведения из системы соединений азота и фосфора набольшее распространение получила технология нитри-денитрификации и биологического удаления фосфора. Для ее реализации необходимо организовать анаэробные и аноксидные (бескислородные) зоны. Организация таких зон позволяет повысить эффективность удаления органических веществ, соединений азота и фосфора, а также жиров, металлов, нефтепродуктов.

Использование технологии нитри-денитрификации и биологического удаления фосфора является наилучшим приемом для борьбы с нитчатым вспуханием активного ила, так как микроорганизмы-денитрификаторы являются естественными антагонистами нитчатых бактерий.

Эффективность нитрификации при прочих равных условиях зависит от обеспеченности процесса кислородом. Эффективность денитрификации зависит от обеспеченности процесса быстро разлагаемым органическим веществом.

Организация денитрификатора сводится, как правило, к выделению в аэротенке анаэробной и аноксидной зон. В зону денитрификации могут включаться также первичные отстойники.

Вторичные отстойники также относится к узлу биологической очистки. При реконструкции вторичных отстойников особое внимание уделяется времени отстаивания и качеству осветление сточных вод, прошедших биологическую очистку в аэротенках (содержанию взвешенных веществ в осветлённой воде). Большую роль в качестве осветления играет равномерность распределения воды по длине водосборного лотка и коэффициент использования объема. При работе группы вторичных отстойников важным показателем их качественной работы является так же степень неравномерности гидравлических нагрузок на них.

Удаление соединений азота.

Нитрификация (удаление аммонийного азота): Нитрификация и удаление БПК происходят в одном и том же объеме аэротенка при следующих условиях: 1) возраст ила должен быть достаточно большим для образования стабильной популяции нитрификаторов; 2) гидравлическое время удерживания должно быть таким, чтобы биомасса успевала вступать в реакцию с поступающим аммонийным азотом. Так как нитрифицирующие бактерии имеют меньшие скорости роста, чем бактерии, утилизирующие БПК, кинетика нитрификации определяет возможности процесса и критическим параметром является возраст ила.

Денитрификация: Денитрификация это процесс восстановления нитратов и нитритов, протекающий при недостатке кислорода и наличии безазотистых веществ (крахмал, клетчатка и др.), на окисление которых расходуется кислород нитратов и нитритов. При этом азот выделяется в атмосферу в свободном виде.

Нитри-денитрификация: Технология нитри-денитрификации

(БИО-N) достаточно широко распространена и хорошо исследована.

Организация денитрификатора сводится, как правило к выделению в аэротенке с нитрификацией зон перемешивания для удаления нитратного азота.

В зонах перемешивания для предотвращения осаждения активного ила устанавливаются погружные механические мешалки или производится пневматическое перемешивание с минимизацией насыщения воды кислородом.

В зонах перемешивания могут возникать аноксидные и анаэробные условия. Принципиальное отличие указанных условий в том, что в первом случае концентрация растворенного кислорода близка к нулю, а в анаэробных условиях близка к нулю также и концентрация нитритов и нитратов, которые являются источником кислорода для многих гетеротрофных бактерий. Организация зон требует достаточно точного баланса всех компонентов сточных вод и активного ила.

Использование технологии нитри-денитрификации является наилучшим приемом для борьбы с нитчатым вспуханием активного ила, ибо микроорганизмы-денитрификаторы являются естественными антагонистами нитчатых бактерий.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Разумовский Э. С. Очистка сточных вод малых населенных пунктов / Э. С. Разумовский, Р. Ш. Непаридзе // Водоснабжение и санитарная техника — 2002.-№2.-С. 26.

[2] Лыхо А.М. Физико-химическая технология глубокой очистки городских сточных вод / А.М. Лыхо, В.П. Сатаржевская, Л.В. Яременко // Химия и технология воды. 1980. - Т.2, №2. - С. 164-169.

[3] СН РК 4.01-03-2011 "Водоотведение. Наружные сети и сооружения".

[4] СП РК 4.01-103-2013 " Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации";

[5] Zeinaddine HR, Ebrahimi A, Alipour V, Rezaei L. Removal of Nitrogen and Phosphorous from Wastewater of Seafood Market by Intermittent Cycle Extended Aeration System (ICEAS). J Health Sci Surveillance Sys. 2013;1(2):89-93.

[6] Mehdi Ghayebzadeh, Kiomars Sharafi, Esmaeil Azizi, Sama Rahmatabadi and Meghdaad Pirsaheb. Removal of nitrogen and phosphorus from municipal wastewater using intermittent cycle moving bed biofilm reactor (ICMBBR). Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 2015, 7(6):979-987.

[7] Долина Л. Ф. Очистка сточных вод от биогенных элементов. – 1-ое изд. – М.: Днепропетровск, 2011. – 198 с.

[8] Б.В. Васильев, Б.Г. Мишуков, И.И. Иваненко, Е.А. Соловьева. Технологии биологического удаления азота и фосфора на станциях аэрации// Водоснабжение и санитарная техника. – 2001. – № 5, ч. 1. – С. 22–25.

[9] Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 704 с.

Сидорова Н .В., Байгали А.Б., Рахат А.Е., Калдыбекызы М.

Түркістан облысындағы ауысым лагерінің тұрмыстық ағынды суларын биологиялық тазарту құрылымдарының жұмыс істеу тиімділігін арттыру

Аңдатпа. Мақаланың өзектілігі ауысымдық лагерлерде ағынды суларды тазарту процесінің тиімділігін арттыру қажеттілігімен расталады, сонымен бірге суды өңдеудің экономикалық, экологиялық және экономикалық аспектілерін қарастырады.

Түйін сөздер: денитрификация, бактериялар, аэротенк, қосылған тұнба, биоактиватор, ағынды сулар.

ӘОЖ 67.15. 55

[1]G. Makulbekova, [1]Ye. Kocherov, [2]A. Pivovarov, [1]G. Kenzhaliyeva, [1]A. Mamitova.
([1]M.Auezov South-Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan.
[2]Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Ukraine.
E-mail: erkebulan083@mail.ru)

ANALYSIS AND EVALUATION OF CLAY RAW MATERIALS OF SOUTH KAZAKHSTAN DEPOSITS SUITABLE FOR OBTAINING FIREPROOF AND ENVIRONMENTAL FRIENDLY HEAT-INSULATING EXPANDED CLAY GRANULES

Abstract. The article provides an overview of the state of clay raw materials in South Kazakhstan deposits suitable for producing fireproof and environmental friendly heat-insulating expanded clay granules. The thickness, geographic location, and the main mineralogical components of clay rocks are fully characterized. Also, samples of bentonite clays of the promising Keleskoye deposit were investigated.

The results of studies of clay samples of the Kelesky deposit, obtained in the engineering and profile laboratories "Structural and Biochemical Materials" SKSU named after M. Auezov, are presented.

Keywords: thermal insulation, fire, safety, expanded clay, granulate, Keles deposit, analysis, clay, chemical, particle size distribution, composition, research.

[1]Г. Мақұлбекова, [1]Е. Кочеров, [2]А. Пивоваров, [1]Г. Кенжалиева, [1]А. Мамитова
([1]М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан.
[2]Украина мемлекеттік химия-технологиялық университеті, Днепр, Украина.
E-mail: erkebulan083@mail.ru)

ӨРТ ҚАУІПСІЗ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТАЗА ЖЫЛУ ОҚШАУЛАУЫШ КЕРАМЗИТТІ ГРАНУЛЯТТАР АЛУҒА ЖАРАМДЫ ТҮРКІСТАН ОБЛЫСЫ КЕН ОРЫНДАРЫНЫҢ САЗДЫ ШИКІЗАТТАРЫН ТАЛДАУ ЖӘНЕ БАҒАЛАУ

Түйіндеме. Мақалада өрт қауіпсіз және экологиялық таза жылу оқшаулауыш керамзитті грануляттар алуға жарамды Түркістан облысы кен орындарының саздарының қазіргі күйіне шолу жүргізілген. Сазды жыныстардың негізгі минералогиялық құраушылары, кен орындарының қуаттылығы мен географиялық орналасуы сипатталған. Сонымен қатар, келешекті кен орны болып табылатын Келес бентонитті сазды шикізаттарының үлгілері зерттелген.

М.Әуезов атындағы ОҚМУ «Конструкциялық және биохимиялық материалдар» инженерлік-кәсіби зертханасында Келес кен орны сазды шикізаттарының үлгілерін зерттеу нәтижелері келтірілген.

Түйінсөздер: жылуоқшаулау, өрт қауіпсіз, керамзит, гранулят, Келес кенорны, талдау, саз, химиялық, гранулометриялық, құрам, зерттеу.

Кіріспе. Құрылыс индустриясының индустриалды-инновациялық дамуына өтуі қазіргі кезде ірі көлемде жүзеге асырылуы төмен жылуөткізгіштікті, жеткілікті механикалық беріктікке ие және төмен тығыздығы бар кеуекті агрегаттарды жеңіл бетонда толықтырғыш ретінде қолдануды талап етуде. Өнеркәсіпте кеңінен қолданылуы мүмкін мұндай толықтырғыштардың бірі жергілікті бентонит саздары негізіндегі жылу оқшаулауыш және экологиялық зиянсыз керамзитті грануляттар болып табылады.

Түркістан облысы бойынша болжамдық қоры 160 млн. тонна, ал Қазақстан бойынша 10 млрд. тоннаны құрайтын бентонитті және бентонит тәрізді саздарды, саздақтарды және лессті сусаздарды жылу оқшаулауыш және экологиялық таза керамзитті грануляттар алу мақсатында жаппай өндірістік қолдану келешегі жеткілікті дәрежеде толық бағаланбаған, дегенмен ол маңызды мәселе және де Қазақстан Республикасының «жасыл» экономикаға көшуі бойынша оның екінші бағытының – тұрғын үй шаруашылығының энергия тиімділігі концепциясын жүзеге асырудағы келешегі айқын [1].

Түркістан облысының ірі бентонитті провинциясы Шулы (Ташкент маңы Шулы аймағы) болып табылады, мұндағы саздар сілтілік-жер металлды монтморрилонитті, гидрослюдалы және палыгорскит-монтморриллонитті, мұхиттық сұр түсті терригенді-карбонатты формациясына және созақтық төменгі эоцен және ханабай жотасының жоғарғы эоценіне жатады (Келес, Қығырақ-Келес, Дарбаза, Шымкент және т.б. кен орнидары) [1-4].

Созақ бентонитті аймағы Қайнар, Озерное, Еспе және басқа кен орындарын қамтиды, Түркістан аймағы – Ораңғай, Аққұм кен орындарын алып жатыр. Бұл кен орындарының саздары керамзитті грануляттар алуға жарамды. Тауаралық және тауалды Солтүстік Жоңғар құламаларында бентониттер төменгі эоценнің төңкерісті свиталарының шөгінділерінде шоғырланған. Бұл жерде Андреевское, Герасимовское, Дзержинское, Ілдерсай, Лепсі, Өспен кен орындары мен өзге де кішігірім көріністер шоғырланған [1-4].

Андреевское және Ілдерсай кен орындарының саздары керамзит алуға жарамды болып табылады. Саздан бөлек, мұнда керамзит алу үшін жарамды сазды сланецтер (Талдықорған, Әдексай) мен саздақтар (Покровское) бар.

Сілтілі саздарға Қыңғырақ, Дарбаза және Шардара кен орындары ханабад және созақ свиталарының I және II көкжиектері жатады, ал сілтілік-жер саздарына – Қыңғырақ кен орны ханабад свитасының және Ораңғай кен орны шаған свитасының III көкжиегі жатады. Қуаттылығы 2-30 м пласт түріндегі бентонитті саздар аралас жыныстарға сәйкес қатпарланған. Кен орнының көп бөлігін үш (Дарбаза, Келес) және одан көп (Монтайтас) сазды пласттар бар. Саздар опока және опока тәрізді саздармен қатпарланған, ал одан тереңіректе созақ эоценді свитасының құмдары бар. Уникалды кейбір кен орындарының қоры (Келес – 30 млн.тонна, Дарбаза – 38 млн.тонна) қосымша зерттеулер есебінен айтарлықтай артуы мүмкін [1-4].

Оңтүстік Қазақстан керамзитті шикізатқа бай өңірлердің бірі, мұнда бентонитті және бентонит тәрізді саздардың Келес, Қыңғырақ-Келес, Қызыл құлама, Ленинск, Дарбаза (Солтүстік және Оңтүстік учаскелері), Шымкент (Солтүстік және Оңтүстік учаскелері), Онкөл, Монтайтас, Жылға, Қайнар, Озерное, Еспе, Сиырбұлық, Ораңғай, Шардара, Қыземшек кен орындары; саздақтар мен сусаздардың Бадам, Келес, Ленгір (6 және 16 учаскелері), Сарыағаш, Түркістан, Шаян, Шымкент (жаңа 1, 2, 3) кен орындары орналасқан.

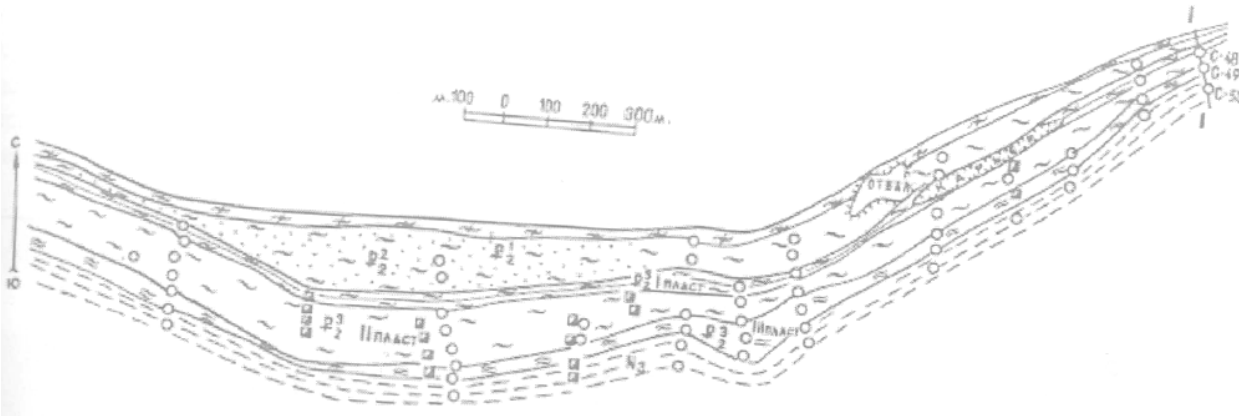
Жоғарыда аталған кен орындарының бентонитті және бентонит тәрізді саздары жоғары байланыстырғыш қасиетке, адсорбциялық және каталитикалық белсенділікке ие жұқа дисперсті коллоидты саздар болып табылады және де кем дегенде 60% монтмориллонит $Al_2[Si_4O_{10}](OH)_2 \cdot nH_2O$ минералдар тобын мазмұндайды, сонымен қатар гидрослюдалардың, каолиниттің, палыгорскиттің болуымен ерекшеленеді.

Бұл кен орындарының саздақтары мен лессті сусаздарының кеуектілігі 40-55% құрйды, майда дәнді құмды-мергельді сарғыш түзінділерден, майда құмды дәндерден, саздардан және түрлі қоспалары бар көмірқышқылды кальцийден тұрады және темір тотықтары мен гидрототықтарынан, слюдалардан және т.б. тұрады. Жыныс құрамында өлшемі 0,01-0,05 мм ірі бөлшектер басым, олар негізінен кварцтан және дала шпатынан, аздаған мөлшерде слюдадан тұрады. 5-30% құраушы бөлігінен тұратын 0,005 мм кіші ұсақ бөлшектері түрлі сазды минералдардан – гидрослюдалар, каолинит, монтморриллонит және т.б. тұрады.

Осыған байланысты қор- және энергия үнемлеуіш технологияларды енгізу негізінде тұрғын және қоғамдық ғимараттардың жылулық қорғау тиімділігін жоғарылататын, жалпыға белгілі жылу оқшаулауыш материалдармен қатар жылутиімді оқшаулауыш конструкциялар жасаудың физика-техникалық және конструктивті-технологиялық негізін жасаудың өзектілігі жоғары тиімді жылу оқшаулауыш мақсаттағы керамзитті грануляттардың отандық өндірісін ұйымдастыру мәселесінде.

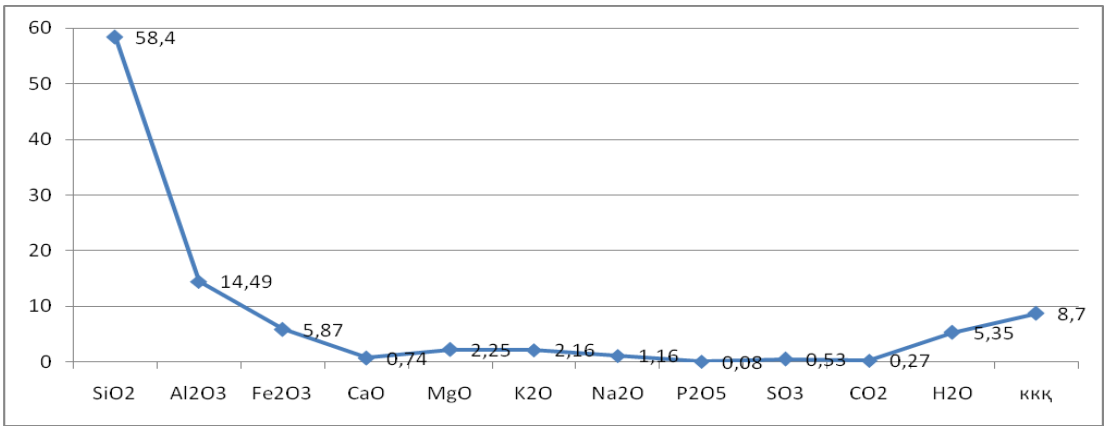
Тәжірибелік бөлім. Түркістан облысы ірі және өндірістік келешекті керамзитті шикізат кен орындарына бай өлкенің бірі. Мысалы, Келес бентонитті және бентонит тәрізді сазды шикізат кен орнын жатқызуға болады.

Келес сазды кен орны Түркістан облысы Сарыағаш ауданында орналасқан және субенді бағытта жазылған Қыңғырақ брахиантиклинасының оңтүстік қанатына жайғасқан. Бентонитті саздардың өнімдік қуаты 6-7 км ендік бағытта созылған, ал ені 2-,25 км биіктік етегінде орналасқан. Бентонитті саздары ханабад эоценді ярусының мұхиттық фаациясына жатады. Саздың негізінде қуаты 18 м алай ярусының ашық түсті сазды құмдары жатыр. Саз қабаты қуаты 0,2-17,5 м континентальды сұр түсті саздармен және қуаты 0,2-5 м жартылай саздақтармен жабынған (сурет 1).



1-сурет. Келес керамзитті шикізат кен орны

Пайдалы қалыңдығы пластты қыртыс түріне ие, онда жалпы қуаттылығы 45 м үш пласт белгіленген. Платтар қуаты 1,2-1,4 м құмтастар және конгломераттармен бөліктенген. Келес кен орны бентонитті сазды шикізатының химиялық құрамы 2 суреттегі графикте келтірілген.



2-сурет. Келес кен орны бентонитті сазды шикізатының химиялық құрамы, (%)

Керамзитті саздардың физика-механикалық қасиеттері:
- иілгіштік саны – 27,2-45,5;
- отқа төзімділігі – 1150^{0}С;
- ылғал сіңірімділігі – 15,7%;
- көлемдік салмағы – 1,83г/см^3;
- кеуектену температурасы – 1140^{0}С;
- ылғалмен қаныққан күйінде сығуға беріктік шегі – 1 кг/см^2;
- ауалы-құрғақ күйіндегі сығуға беріктік шегі – 4,5 кг/см^2;
- табиғи ылғалдылығы – 8%;
- кеуектену коэффициенті – 3,4;
- кеуектену аралығы – 100-200^{0}С.

Келес кен орны бентонитті саздарының гранулометриялық құрамы 1 кестеде келтірілген.

Кесте 1. **Келес кен орны бентонитті саздарының гранулометриялық құрамы**

Фракциялар өлшемі (мм) және олардың мазмұны (%/масса)						
0,001 дейні	0,001-0,005	0,005-0,01	0,01-0,05	0,05-0,1	0,25-0,5	0,5-1
23,71	37,33	19,53	17,96	1,1	0,03	0,01

Нәтижелер. Саздағы шаңды бөлшектерінің мазмұны 50-70%, соның ішінде ірі дисперсті бөлшектері 0,25-50%, жұқа дисперсті бөлшектер 50% және одан жоғары, алевритті бөлігі 5-25% құрайды. Құмның мазмұны 1% дейін. Саз 90% монморриллониттен, 1,35% кварц дәндерінен және калийлі дала

шпатынан, 0,05% ауыр металдардан (гематит, магнетит), 0,04-4,55% гипстен, 0,02-2,9% органикалық қоспалардан тұрады. I пласт саздарының коллоидтығы 47-90%, II, III платтардың – 25-45%, саздың ісінуі – 175-935%, жақсы- және орташа кеуектенетін саз керамогрануляттарының көлемдік массасы – 0,19-0,47 г/см^3 және әлсіз кеуектенетін саздар үшін – 0,45-0,97 г/см^3. Керамзиттің ылғал сіңірімділігі 55-31,9%.

Тұжырым. II және III пласт саздарына 1% солярлы майды қоса отырып А сыныпты 350-400 маркалы керамзитті қиыршық тас алынған. Жергілікті қиын балқитын материалмен бүрку кезінде А сыныбының 250 маркалы керамзиті алынған. А+В+С санаттары бойынша керамзит алуға жарамды саздардың қоры 28391 мың м^3 құрайтыны келтірілген.

Энергиялық тиімді, жылу оқшаулауыш және экологиялық таза керемзитті грануляттар алу үшін күйдіру кезінде кеуектенуге бейім Қыңғырақ-Келес және Дарбаза кен орындарының жеңіл балқитын монтморриллонитті саздарының жарамдылығы келтірілген [5,6].

ӘДЕБИЕТТЕР:

[1] Жакипбаев Б.Е., Калдыбаев А.Б., Кочеров Е.Н. Сырьевая база Южного Казахстана для получения высокопрочных теплоизоляционных керамзитовых окатышей // Наука и Мир. 2014. №8 (12). С. 44-46.

[2] Жакипбаев Б.Е., Калдыбаев А.Б., Кочеров Е.Н. К вопросу об использовании южно-казахстанских легкоплавких глин монтмориллонитового состава с целью получения высокопрочных теплоизоляционных керамзитовых окатышей // Наука и Мир. 2014. №12 (16). С. 44-46.

[3] Кулинич В.В., Ужкенов Б.С., Баякунова С.Я., Антоненко А.А., Каббо М.Д. Месторождения горнорудного сырья Казахстана. Справочник. – Алматы.: Министерство экологии и природных ресурсов РК, 2000. Т.2. – 233 с.

[4] Кулинич В.В., Антоненко А.А., Потеха А.В., Баякунова С.Я., Гойколова Т.В. Месторождения горнорудного сырья Казахстана. Справочник. – Алматы.: Министерство экологии и природных ресурсов РК, 2000. Т.3. – 233 с.

[5] Makulbekova G.O., Kambarova N.A., Sultanmurat K.S., Kocherov Ye.N. To the question of the use of the south-kazakhstan light-floating clays of montmorillonite and colloidal composition for obtaining heat-insulating and fire-safety ceramsite granules // Proceesing V International Conference: «Industrial Technologies and Engineering» / ICITE – 2018, - Shymkent, 2018. P. 229-232.

[6] Макулбекова Г.О., Тұрғын Э.Р., Кочеров Е.Н., Кенжалиева Г.Д. Қыңғырақ-Келес бентонитті саздарын жылуоқшаулауыш және өртқауіпсіз керамзитті грануляттар алуда қолдану мүмкіндігі // Материали XV МНПК: ACHIEVEMENT OF HIGH SCHOOL-2019. - София. «Бял ГРАД-БГ ОДД», P. 17-22.

Мақұлбекова Г.О., Кочеров Е.Н., Пивоваров А.А., Кенжалиева Г.Д., Мамитова А.Д.

Анализ и оценка глинистого сырья Южно-Казахстанских месторождений, пригодных для получения пожаробезопасных и экологический чистых теплоизоляционных керамзитовых гранулятов

Резюме. В статье приведен обзор состояния глинистого сырья Южно-Казахстанских месторождений, пригодных для получения пожаробезопасных и экологический чистых теплоизоляционных керамзитовых гранулятов. Полностью охарактеризован мощность, географическое расположение, основные минералогические составляющие глинистых пород. А также исследованы образцы бентонитовых глин перспективного месторождения Келесское.

Приведены результаты исследований образцов глин Келесского месторождения, полученные в инженерно-профильной лабораторий «Конструкционные и биохимические материалы» ЮКГУ им. М.Ауэзова.

Ключевые слова: теплоизоляция, пожар, безопасность, керамзит, гранулят, Келесское месторождение, анализ, глина, химические, гранулометрические, состав, исследование.

УДК: 628.543.1

N.V. Sidorova, A.Y. Rakhat, B.B. Kadyrsizova, A.B. Baigali
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: 96_ayazhan@mail.ru)

METHODS FOR TREATMENT HOUSEHOLD WASTEWATER FROM NUTRIENTS

Abstract. The article is devoted to the problems of wastewater treatment from nutrients. An analysis of the methods of wastewater treatment from nitrogen and phosphorus, their advantages and disadvantages.

Key words: wastewater treatment, nutrients, biological treatment, ion exchange, reverse osmosis, adsorption.

Н.В. Сидорова, А.Е. Рахат, Б.Б. Кадырсизова, А.Б. Байгали
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: 96_ayazhan@mail.ru)

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД ОТ БИОГЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

Аннотация. Статья посвящена проблемам очистки сточных вод от биогенных веществ. Проведен анализ методов очистки сточных вод от азота и фосфора, выявлены их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: очистка сточных вод, биогенные вещества, биологическая очистка, ионный обмен, обратный осмос, адсорбция

Введение. Ухудшение качества воды в поверхностных источниках происходит, главным образом, из-за их постоянного загрязнения веществами антропогенного происхождения: нефтепродуктами, поверхностно-активными веществами, органическими и биогенными элементами и пр., что связано с недостаточной глубиной очистки сточных вод. Это говорит о том, что технология и сооружения, запроектированные на территории Казахстана в 60-70-х годах прошлого столетия, не справляются с современной антропогенной нагрузкой. В связи с развитием промышленности, в частности моющих средств, количество наименований которых трудно сосчитать, а также резкое увеличение использования стиральных машин-автоматов в быту, привело к изменению состава хозяйственно-бытовых сточных вод. С каждым днем все больше увеличивается содержание биогенных элементов (азота и фосфора), так как разрабатываются новые составы моющих средств и увеличиваются объемы сбрасываемых сточных вод [1].

Основная часть. Основными причинами биогенного загрязнения водоемов являются:

1 отсутствие или высокий физический износ очистных сооружений;

2 Недостаточная степень внедрения современных технологий на очистных сооружениях;

3 Отсутствие или низкий технический уровень систем дождевой канализации на предприятиях, а также в ряде малых городов;

4 Ухудшение экологического состояния водных объектов и прибрежных территорий в местах массового отдыха;

5 Превышение норм допустимых рекреационных нагрузок в ряде действующих зон отдыха на водных объектах при недостаточном использовании рекреационного потенциала других водных объектов;

6 Недостаточность контроля при строительстве в поймах рек. Нарушение режима водоохранных зон;

7 Не в полной мере урегулированы вопросы использования трансграничных вод и сотрудничества по транзитным водотокам в период паводков и половодий;

8 Неудовлетворительное состояние водосборов ряда малых рек, особенно на урбанизированных территориях;

9 Сложности в оценке текущего состояния водных объектов из-за ограниченного доступа к данным мониторинга.

Кроме этого, снижение уровня воды в водоеме так же может привести к его эвторированию. Так, например, из-за интенсивного сброса воды в летний период времени уровень воды в Астанинском водохранилище понизился почти вдвое. Низкий уровень воды в водохранилище в теплое время года, особенно в сентябре, способствовал интенсивному росту водорослей, фитопланктона и выделению ими вещества «геосмина», что обусловило появление постороннего запаха в воде.

Результаты исследований «Казгидромета» за 2017 год выявили, что содержание биогенных веществ в 68 водных объектах превышает ПДК, из них в 8 водных объектах превышение составляет более чем 10 кратном размере.

Кроме этого «Казгидромет» проводит наблюдения за изменением содержания отдельных веществ в водных объектах. Ниже представлены диаграммы (рисунок 1 и 2), в которых отображено изменение содержания нитритов и фосфатов в водах озера Балхаш и реки Иртыш.

Из рисунка 1 можно отметить, что содержание нитритов в водах озера Балхаш соответствует требованиям для рыбохозяйственных водоемов. Содержание нитритов в водах реки Иртыш превышает ПДК для рыбохозяйственных водоемов. Сброс нитритов в реку Иртыш достигал своих максимальных значений в 2009 и 2015 годах. В настоящее время содержание нитритов в реке Иртыш снижается, и составляет 0,4 мг/л при ПДК 0,2 мг/л.

Из рисунка 2 можно отметить, что воды озера Балхаш по содержанию фосфатов соответствуют требованиям для рыбохозяйственных водоемов, а воды водохранилища Буктырма и реки Иртыш по содержанию фосфора многократно превышают ПДК. В 2006 году уровень содержания фосфатов в реке Иртыш превышал даже нормы для хозяйственно-питьевого водоснабжения, которые составляют 3,0 мг/л.

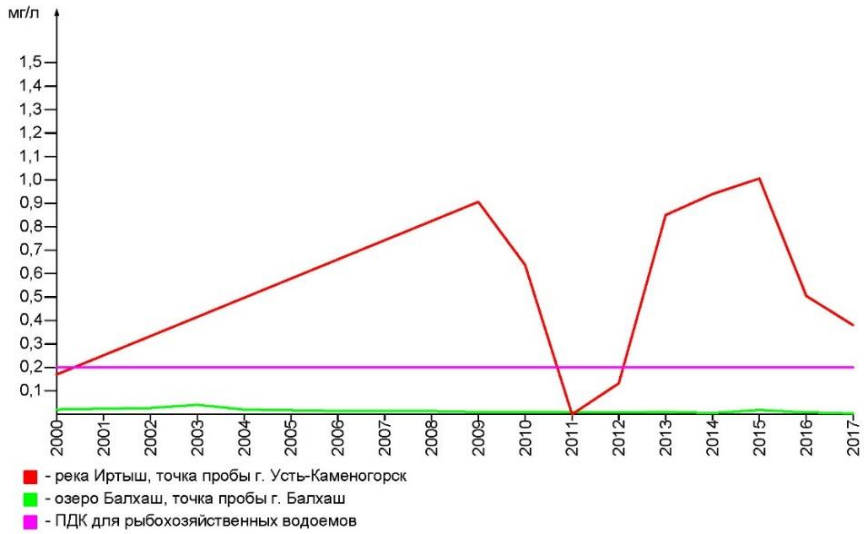


Рис.1. Изменение содержания нитритов в водах озера Балхаш и реки Иртыш

Применяемые в настоящее время методы очистки сточных вод от соединений азота разделяются на следующие группы, которые отображены в таблице 1.

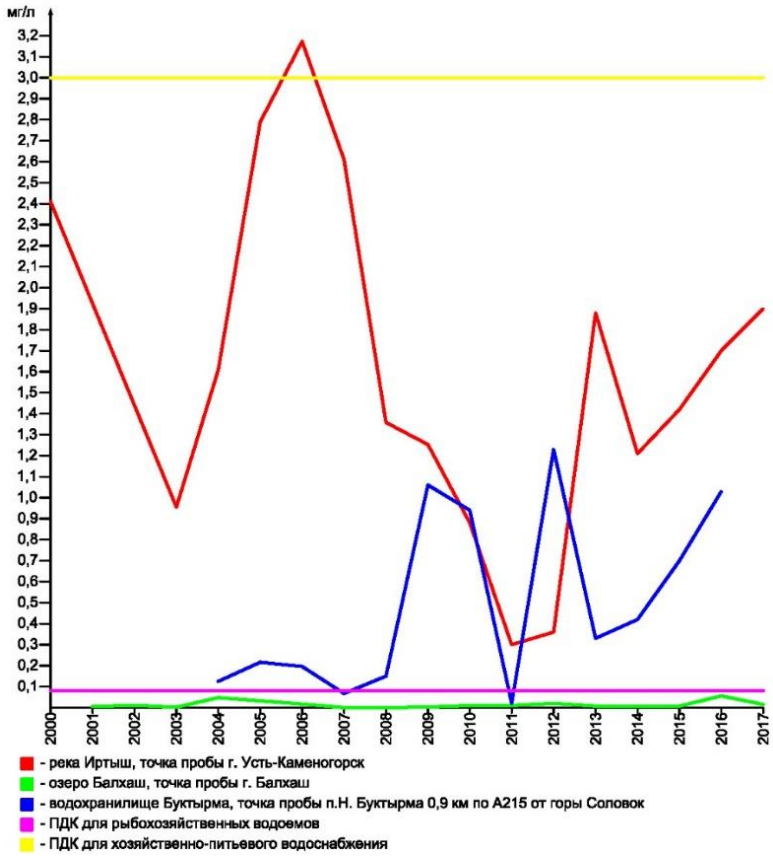


Рис.2. Изменение содержания фосфатов в водах озера Балхаш, водохранилища Буктырма и реки Иртыш

Таблица 1 – **Методы очистки сточных вод от азотсодержащих соединений**

Физики-химические методы очистки	Химические методы очистки	Биологические методы очистки
Адсорбция	Озонолиз	Традиционная биологическая очистка
Ионный обмен		
Обратный осмос	Обработка гипохлоритом натрия	С применением мембанных биореакторов
Электродиализ		

Физико-химические методы очистки основаны на удалении из сточных вод соединений азота при проведении процессов адсорбции, ионного обмена, обратного осмоса и электродиализа.

Адсорбция – физико-химический процесс, связанный с переходом ионов и молекул загрязняющих веществ из раствора на поверхность твердого сорбента под действием некомпенсированных межмолекулярных сил на границе раздела фаз.

Адсорбционная очистка сточных вод от соединений азота применяется главным образом для удаления ионов аммония (NH4+) [1, 2]. В качестве сорбентов применяются алюмосиликаты (цеолиты) природного или искусственного происхождения.

Технологически процесс адсорбционной очистки сточных вод реализуется путем их фильтрации через адсорбционные колонны, заполненные слоем сорбента, поглощающего загрязняющие вещества. По мере исчерпания адсорбционной емкости сорбента он заменяется свежим или регенерируется путем реагентной обработки.

Метод ионного обмена основан на обратимой химической реакции обмена ионов между твердым материалом (ионит) и раствором электролита. В качестве ионитов используют синтетические ионообменные смолы или природные материалы. Технологически процесс ионообменной очистки сточных вод аналогичен процессу адсорбционной очистки (фильтрация сточных вод через слой ионообменного материала, регенерация ионообменного материала путем его реагентной обработки при исчерпании обменной емкости) [3].

Для комплексной очистки сточных вод от соединений азота (ионы аммония, нитрита и нитрата) требуется двухступенчатая схема очистки с применением двух видов ионообменных материалов – катионитов для поглощения ионов аммония и анионитов для поглощения ионов нитрита и нитрата.

Метод обратного осмоса (гиперфильтрация) основан на процессе молекулярного разделения истинных растворов путем их фильтрования под давлением через полупроницаемые мембраны, которые задерживают полностью или частично ионы или молекулы растворенного вещества. Данный метод используется для глубокой очистки воды от широкого комплекса растворенных загрязняющих веществ, включая соединения азота [4]. Особенностью метода обратного осмоса является образование высококонцентрированных растворов, содержащих удаляемые загрязняющие вещества, что влечет за собой затраты на их переработку и обезвреживание.

В целом рассмотренные методы физикохимической очистки имеют общую технологическую особенность, ограничивающую их возможное применение для очистки дренажных вод, – низкую селективность по отношению к соединениям азота (ионы аммония, нитрита и нитрата), приводящую к образованию значительного количества концентрированных растворов, содержащих кроме соединений азота другие растворенные в воде вещества.

Химические методы очистки основаны на проведении химических реакций с соединениями азота при введении в сточные воды реагентов, приводящих к образованию малотоксичных веществ. К методам химической очистки, которые могут использоваться для очистки дренажных вод от соединений азота, относятся озонолиз и обработка гипохлоритом натрия или кальция.

Метод озонолиза (обработка воды озоном O_3) применяется в подготовке воды для хозяйственно-питьевого и промышленного использования [5,6].

В методе озонолиза используется высокая окислительная способность озона. Промышленный способ получения озона заключается в обработке воздуха электрическим разрядом (выход озона О3 составляет 10–20 % от содержащегося в воздухе кислорода). Смешение воды с озоно-воздушной смесью осуществляется в эжекторах, специальных роторных меха нических смесителях, а также в абсорберах различной конструкции.

Биологическая очистка, являющаяся в настоящее время широко распространенным промышленным методом очистки хозяйственно-бытовых сточных вод, производится при смешении сточных вод с «активным илом» (сообщество различных микроорганизмов).

Традиционно биологическая очистка от соединений азота осуществляется в две стадии [3].

На первой стадии при подаче воздуха в смесь сточной воды и активного ила под действием аэробных микроорганизмов (нитрифицирующих бактерий), содержащихся в активном иле, происходит окисление ионов аммония и нитрита, в результате чего образуются сначала ионы нитрита, а при дальнейшем окислении – ионы нитрата:

$$NH_4^+ + O_2 \rightarrow NO_2^- + H_2O,$$

$$2NO_2^- + O_2 \rightarrow 2NO_3^-.$$

На второй стадии без подачи воздуха в водно-иловую смесь (анаэробные условия) протекает процесс биологической денитрификации под действием других видов микроорганизмов – денитрифицирующих бактерий. Их характерной особенностью является возможность использования для жизнедеятельности кислорода нитратов с восстановлением их до газообразного азота N2. При протекании процесса денитрификации в качестве углеродного питания бактериями используются углеродсодержащие органические вещества (углеводы, органические кислоты и спирты, продукты распада белков, ионы гидрокарбоната HCO_3^-):

$$2C + 2NO_3^- + 2H^+ \rightarrow CO_3^- + CO_2 + N_2 + H_2O.$$

Существенным недостатком биологической очистки с использованием традиционного метода проведения последовательных процессов нитрификации и денитрификации является образование больших количеств избыточного активного ила, образующегося на стадии нитрификации, что приводит к необходимости его переработки и последующей утилизации или размещения на полигонах отходов. Кроме того, проведение стадии нитрификации (окисление ионов аммония и нитрита до нитрата) сопряжено с высокими энергозатратами, связанными с аэрацией смеси сточной воды и активного ила [4,7].

Заключение. Выполненный анализ возможности применения методов очистки сточных вод от соединений азота позволяет сделать следующие выводы:

1. Методы физико-химической очистки характеризуются высокими капитальными и эксплуатационными затратами. Кроме того, все применяемые в настоящее время методы физико-химической очистки сточных вод характеризуются образованием высококонцентрированных сточных вод, содержащих уловленные загрязняющие вещества, что приводит к необходимости их переработки (обезвреживание, утилизация).
2. Химические методы не обладают необходимой селективностью для обеспечения очистки от всей группы соединений азота. В результате химической обработки дренажных вод (озонолиз, обработка гипохлоритом) на фоне снижения содержания в них аммонийного и нитритного азота увеличивается содержание нитратного азота, количество которого в исходной воде уже не обеспечивает соблюдение экологической безопасности при сбросе в природные водоемы.
3. Биологические методы очистки за счет высокой способности активного ила окислять биогенные вещества позволяют осуществить комплексную очистку сточных вод от всех соединений азота до показателей, обеспечивающих возможность их сброса в природные водоемы.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Мацуська О. В., Параняк Р. П., Гумницкий Я. М. Адсорбция компонентов сточных вод природными сорбентами // Химия и технология воды. 2010. Т. 32, № 4. С. 399–407.

[2] Никашина В. А., Серова И. Б., Кац Э. М. Очистка артезианской питьевой воды от иона аммония на природном клиноптилолитсодержащем туфе. Математическое моделирование и расчет процесса сорбции // Сорбционные и хроматографические процессы. 2008. Т. 8. Вып. 1. С.23–29.

[3] Zeinaddine HR, Ebrahimi A, Alipour V, Rezaei L. Removal of Nitrogen and Phosphorous from Wastewater of Seafood Market by Intermittent Cycle Extended Aeration System (ICEAS). J Health Sci Surveillance Sys. 2013;1(2):89-93.

[4] Mehdi Ghayebzadeh, Kiomars Sharafi, Esmaeil Azizi, Sama Rahmatabadi and Meghdaad Pirsaheb. Removal of nitrogen and phosphorus from municipal wastewater using intermittent cycle moving bed biofilm reactor (ICMBBR).

Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 2015, 7(6):979-987.

[5] Долина Л. Ф. Очистка сточных вод от биогенных элементов. – 1-ое изд. – М.: Днепропетровск, 2011. – 198 с.

[6] Б.В. Васильев, Б.Г. Мишуков, И.И. Иваненко, Е.А. Соловьева. Технологии биологического удаления азота и фосфора на станциях аэрации// Водоснабжение и санитарная техника. – 2001. – № 5, ч. 1. – С. 22–25.

[7] Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 704 с.

Сидорова Н.В., Рахат А.Е., Кадырсизова Б.Б., Байгали А.Б.

Тұрмыстық ағынды суларды қоректік заттардан тазарту әдістері

Аңдатпа. Мақала ағынды суларды қоректік заттардан тазарту мәселелеріне арналған. Ағынды суларды азот пен фосфордан тазарту әдістеріне талдау жасалды, олардың артықшылықтары мен кемшіліктері анықталды.

Түйін сөздер: ағынды суларды тазарту, қоректік заттар, биологиялық тазарту, ион алмасу, кері осмос, адсорбция.

УДК 622.271

S.T.Soltabayeva, J.M Nukarbekova, M.J.Begaliyeva
(Satbayev University, Almaty
maira_010591@mail.ru)

MODERN METHODS AND TECHNOLOGIES USED IN TOPOGRAPHY, PROCESSING OF SURVEYS WITH QUADROCOPTERS IN A COMPUTER PROGRAM

Abstract: We are talking about the use of quadrocopes for modern methods and technologies of aerial photography and space images.The topography shows the use of modern quadrocopters and further processing of the data and what computer programs can be used. This is due to the fact that the modern values, importance and necessity of these Sciences, their role and why it is necessary.

Keywords: quadrocopters, generator, planning, sensor, reference point, method of aerial photography, transformation.

С.Т. Солтабаева, Ж.М Нукарбекова, М.Ж. Бегалиева
(Satbayev University, Almaty
maira_010591@mail.ru)

ТОПОГРАФИЯДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕР МЕН ТЕХНОЛОГИЯЛАР, КВАДРОКОПТЕРМЕН АЛЫНҒАН ТҮСІРІЛІМДЕРДІ КОМПЬЮТЕРЛІК БАҒДАРЛАМАДА ӨҢДЕУ

Аңдатпа. Аэрофото және ғарыштық түсірілімдердің заманауи әдістері мен технологиялары үшін квадрокоптерді пайдалану туралы айтылған.Топографияда заманауи квадрокоптердің қолданылуы және оны әрі қарай алынған мәліметтердін өңдеу және оған қандай компьютерлік бағдарлама қолдануға болатын бағдарламалар келтірілген. Бұл ғылымдардың қазіргі мәні, маңыздылығы мен қажеттілігі, олардың рөлі және неге қажет екендігі туралы түсініктеме беріледі.

Түйінді сөздер: квадрокоптер, генератор, жоспарлау, датчик, тірек нүктелер, аэрофототүсірілім әдісі, трансформация.

Кіріспе. Квадрокоптермен топосъемка ең алдымен жердің 3D моделін, ортофотопландар мен биіктік матрицасын жасау үшін қажет.

Бұдан басқа, аэротүсірілім келесі жағдайлар үшін қажет:

- географиялық ақпараттық жүйелерді құру, сондай-ақ қолданыстағы карталарды жаңарту кезінде;
- ауыл шаруашылығы алқаптарын және орман шаруашылығын мониторингілеу үшін;
- қала құрылысы қызметін бақылау үшін;
- мұз кептелуін болдырмау, су тасқынын болжау мақсатында өзендерді, су айдындарын бақылау.

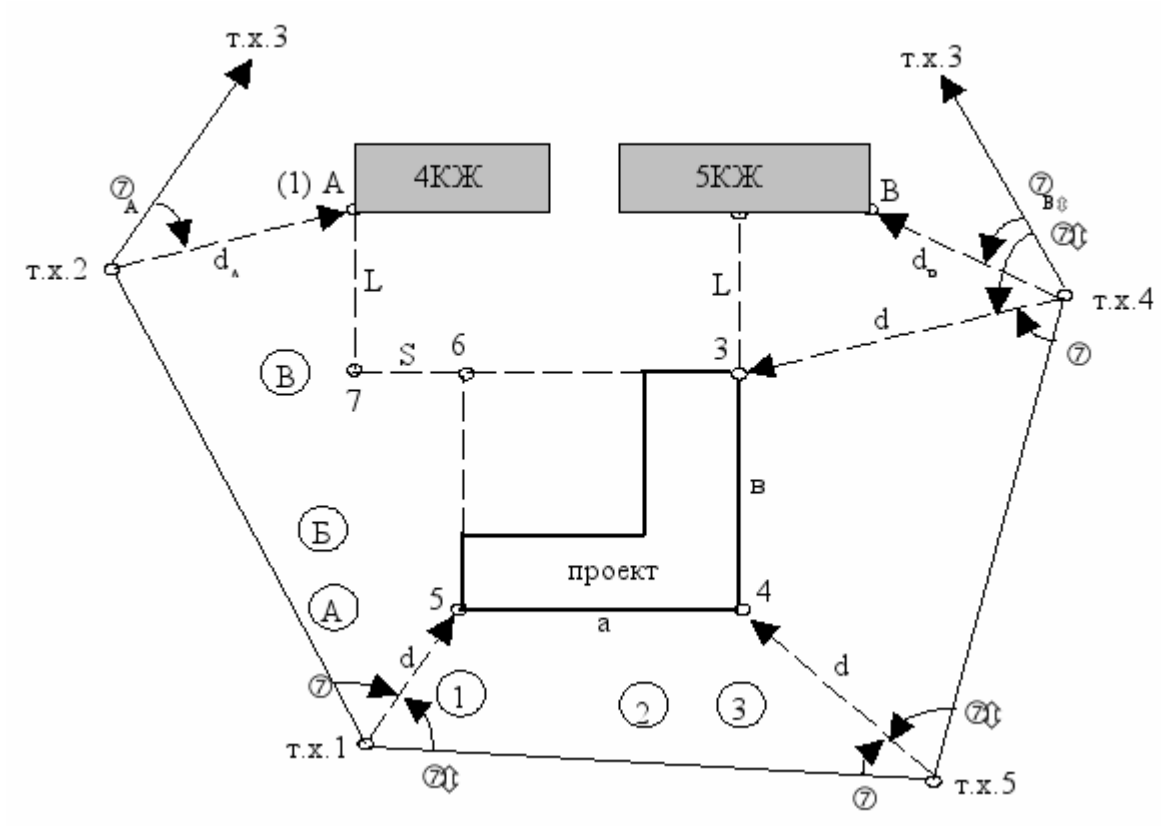
Өйткені, бүгінгі таңда бұл, ең тиімді және жылдам аэротүсірілім әдісі. Бір жағынан, квадрокоптерден түсіру басқарылатын ұшу аппараттарынан (ұшақтан) әлдеқайда тиімді. Ал екіншісі- квадрокоптерден алынған сурет, спутниктік түсіріліммен салыстырғанда әлдеқайда сапалы.

Тікелей бейне жазбадан және суреттерден басқа, не алуға болады:

- ортофотоплан;
- 3D-модель;
- топоплан.

Координаттарды анықтаудың дәлдігі үшін тірек нүктелері қолданылады. Олар мамандар таңдаған схема бойынша түсірілім аумағының айналасында жерде орналастырылады. Фотограмметриялық бағдарламалар оларды кеңістіктегі суреттердің орнын оңтайландыра және теңестіре отырып, өзіндік қаңқасы ретінде пайдаланады. Нәтижесінде жердің сандық моделі мен ортофотоплан толық көрсететін бір үлкен сурет шығады. Яғни, нәтиженің дәлдігі тірек нүктелерінің координаттарын анықтау дәлдігіне байланысты

Зерттеу әдістері: Топографиялық-геодезиялық жұмыстарды классикалық түсірілімнің орнына ұшқышсыз техниканы қолданумен қазіргі заманғы түсірілім келеді. Квадрокоптердің көмегімен қысқа мерзімде топографиялық карталарды жасауға болады. Барлық процесті дала жағдайында жұмыс істеуге және алынған деректерді арнайы бағдарламалардың көмегімен тікелей өңдеуге болады. Мысалы, ортофотопландарға арналған аэротүсірілім:



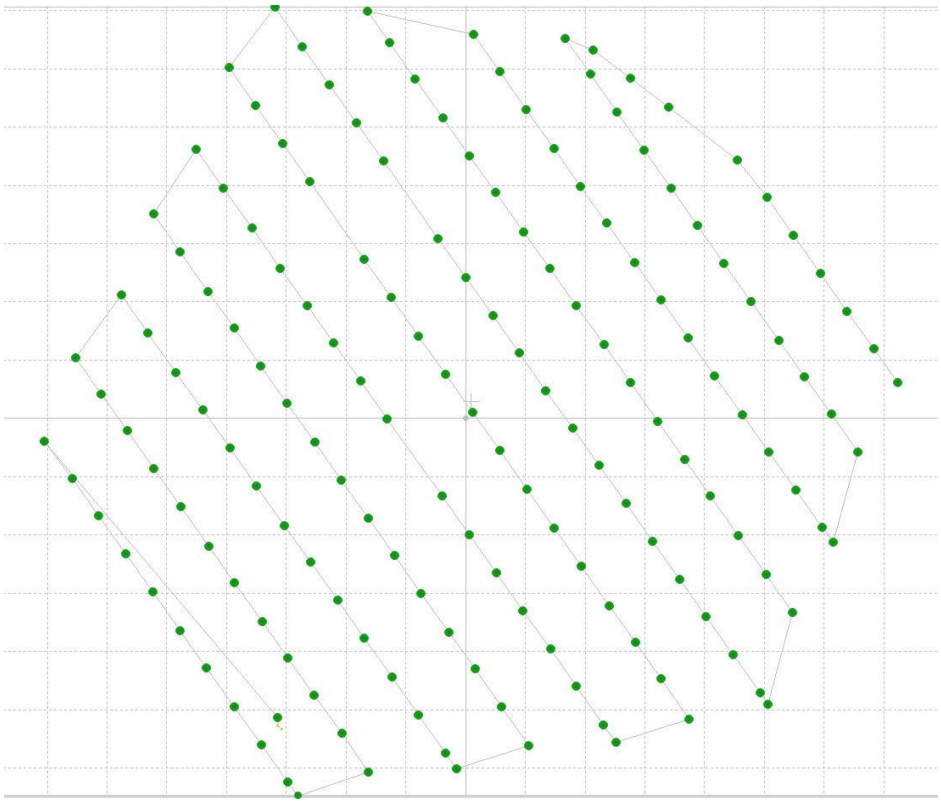
1-сурет. DJI Phantom 4 түсіру әдісі

Қызылорда қаласында Сырдарья өзенінің сол жақ жағалауында жаңа шағын аудан бой көтеруде. Мұндай шағын ауданды квадрокоптермен түсіру үшін бірнеше сағат қажет болады.

2-сурет. Қызылорда қаласы сол жақ жағалауы шағынауданы

Квадрокоптермен түсіргеннен кейін ArgiSoft бағдарламасы бойынша трансформация жасайды.

Дронның ұшу нәтижесі-суреттер осы нүктелерде (бұл өңдеу үшін софт олардың орталықтарын бөліп жатыр):



3-сурет. DJI Phantom 4 нүктелі түсіру әдісі

Бұл программа кез келген компьютерлік бағдарламада түсірімдермен жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Жердің кішігірім бөлігінде түпкілікті өлшемдер жүргізу арқылы оның карта немесе планын құрастырумен шұғылданады. Осы жұмыстардың жиынтығын *топографиялық түсіріс* деп атайды.Әуе топосъемка - заманауи топографиядағы жаңа сөз. Бүгінгі күні геодезияда квадрокоптерлерді жиі

қолданады, себебі олар аэрофототүсірілім әдісі үшін ең тиімді, жылдам, сапалы және арзан болып табылады. Ұшқышсыздан алынған суреттерді егжей-тегжейлі ортофотопландарға, жергілікті жердің дәлдігі жоғары үш өлшемді модельдеріне және 1:500-1:10 000 масштабтағы топографиялық жоспарларға айналдырып, ұшуды бағдарлаймыз және содан кейін ғана өңдейміз. DJI Phantom 4 PRO біздің жұмыс жасайтын ұшқышсыз ұшатын аппаратымыз.

4-сурет. DJI Phantom 4

Онымен жұмыс жасау үшін геодезиялық GNSS-қабылдағышпен жабдықтадық. Ол сантиметрлік дәлдікпен суретке түсіру орталықтарын анықтауға мүмкіндік береді. Көптеген пайдаланушылар камераның фокусталмағанын хабарлайды. Оның фокусы өте күрделі және қиын процесс болып табылады, өйткені линзаларды реттеу кезінде қажетті кескін алу үшін камераны бірнеше рет жинау және талдау қажет болуы мүмкін, Оның стандартты GPS шамамен 15-20 метр дәлдікті қамтамасыз етеді. Мұндай дәлдік кезінде геодезиялық міндеттерді шешу үшін жер бетінде арнайы крест немесе белгілі координаттар бойынша қағаз тәрелкелерді орналастыру сияқты басқа да белгілі координат қажет болады. Сток басқару пультінің шағын әсер ету радиусы DJI компаниясы Phantom үшін 2 радиоаппаратураның байланыс қашықтығы 1 км, ал Phantom үшін 3-2 км құрайды. Біз қарапайым, оңай және күрделі: дәл белгілі координаттары бар жердегі базалық станцияны орнатамыз және квадрокоптерге қосымша GNSS-қабылдағышты біріктіреміз және сыртқы антенаны орнатамыз. Ұшу жоспарының нүктесіне жазылған картамен (интернетсіз жұмыс істеу үшін) жүктелген ұшуды жоспарлау бағдарламасы бар ноутбук, қосымша батареялар, зарядтағыш және генератор қажет. Ұшу аймағының шекарасы және желімдеу үшін бойлық немесе көлденең жабын пайдаланамыз. Бақылау үшін бірнеше бақылау нүктелерін қоямыз: GNSS-тен автопилотты қосу үшін, біз квадрокоптерді пультпен, пультті DJI басқару бағдарламасымен планшетпен, содан кейін планшетті ноутбукпен жалғаймыз. Фантомда кедергілерді айналып өту үшін көптеген кіріктірілген датчиктер бар. Бұл датчиктер таулы жер немесе қала сияқты күрделі жағдайларда ұшуға көмектеседі.GNSS өлшеу деректері ұшу аяқталғаннан кейін Wi-Fi бойынша жеке жүктеледі. Жердегі тірек нүктелерінің координаттары тек бақылау үшін пайдаланылады. Ол жер учаскелерін межелеу, түгендеу және кадастрлық бағалау болып табылады. Тек usb камераға қосып, фотосуреттерді жүктеп (16GB ғана салынған жады, тазартусыз 1 күнге жетеді)болған соң, жадын тазалаймыз. Phantom-ды өшіріп, камераны бекітеміз, бұрандаларды алып тастап, батареяны зарядтауға қойымыз. Генераторды бастаймыз, ал ұшу суреттерінің сапасын зерттейміз, сәтсіз немесе артық суреттерді өшіріп тастаймыз. . ArgiSoft бағдарламасымен трансформация жасап, қалған трансформацияланған материалдар бойынша ArcGIS бағдарламасымен цифровка жасаймыз. Бұл жағдайда ArcGIS бағдарламасын қолдануымыздың себебі: ArcGIS картографиялық сервистері ArcMap карталарының құжаттарына картографиялық веб-сервистер түрінде қол жеткізуді қамтамасыз етеді және ArcMap (сондай-ақ ArcGlobe) карталардың қабаттары ретінде пайдаланылуы мүмкін. ArcGIS картографиялық сервистердің қабаттары құрамдық қабаттар ретінде мазмұн кестесіне қосылады. ArcGIS

бағдарламасының басқа компьютерлік бағдарламалардан айырмашылығы анализ жасауға болады. Яғни атрибут деректерді мысалы: архитекторларға немесе жер комитетіне қажет ақпараттарды картограмма немесе график жасап қаншалықты жер пайдаланғанына анализ жасап көруге болады. Ұшқышсыз ұшу аппараттары сатып алынған сәттен бастап Қазақстан Республикасының азаматтық әуе кемелерін мемлекеттік тіркеу қағидаларында белгіленген тәртіппен азаматтық және мемлекеттік авиация салаларындағы уәкілетті органдарда есепке алынуға тиіс. Пайдалану мақсатында ұшқышсыз ұшу аппараттарын сатып алатын тұлғалар азаматтық авиация саласындағы уәкілетті органға есепке қою туралы өтінішпен жүгінеді. Ұшқышсыз ұшу аппараттарын пайдаланушылар әуе қозғалысына қызмет көрсету және (немесе) әуе қозғалысын басқару органдарына әуе кеңістігін пайдалану қағидаларына сәйкес ұшқышсыз ұшу аппараттарының жоспарланған ұшулары туралы егжей-тегжейлі деректерді хабарлауы тиіс. Күзетілетін объектілердің үстінен ұшқышсыз ұшу аппараттарының ұшуы Мемлекеттік күзет қызметімен келісіледі.Соңғы жылдары картографияға, яғни топографиялық карталарды жаңартуға, сонымен қатар карталарды пайдалануға ыңғайлы болу үшін көптеген компьютерлік бағдарламалар көбеюде.

Зерттеу нәтижелері:Топографиялық карталарды жүйелі түрде жаңарту қажет. Картаны жаңарту процесі әр аудандар үшін әртүрлі болады. Жерді адам көп игерсе, тезірек өзгереді. Тиісінше, мұндай жердің картасының процесі жерді игеріп болған соң қайта жаңартылады. Топографиялық жұмыстарды орындау нәтижесінде жасалған қазіргі топографиялық өнім толық аяқталған, дайын өнім болып табылады (пункт және реперлер координаталарының каталогтары, фотопландар, фотосхемалар, жергілікті жердегі геодезиялық құрылыстар – триангуляция пункттері, реперлер, белгілері және т.б.), бұл өнім халық шаруашылығын дамытудың перспективалық және ағымдағы жоспарларын әзірлеу үшін түрлі масштабтар мен тағайындаулардың карталарын жасау және басып шығару үшін негіз болып табылады. Барлық топографиялық карталар стандартты бірқатар масштабтарда әрбір масштабтар үшін бірыңғай шартты белгілерде және жалпы сызбада және бүкіл жер шарын жабатын карта парақтарын белгілеуде жүргізіледі.[3]

Жасалатын қазіргі заманғы топографиялық жұмыстарға қойылатын техникалық талаптар [4]

- Жер объектілерінің орналасқан жері мен қазіргі жай-күйін шынайы және дәл көрсету
- Картаның ауқымымен қажетті ақпаратты, жердің сипаттын белгілерін көрсету;
- Координаттарды (тікбұрышты, географиялық) және олардың аспан деңгейінен биіктігін, сондай-ақ бір нүктенің басқасынан асып түсуін және бір жергілікті заттан екіншісіне бағыттардың азимуттарын анықтау мүмкіндігін беру;
- Көрнекі, ыңғайлы болу, жерді жылдам бағалауға және оңай бағдарлауға мүмкіндік беру.

Қорытынды: Топографиялық-геодезиялық жұмыстарды автоматтандыру үшін негізгі бағдарламалардың бірі және қолданылатын аспаптар қарастырылды. Олардың интерфейстері, негізгі функциялары мен мүмкіндіктері зерттелді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Канашин Н.В., Опыт применения современных программ и геоинформационных систем при формировании земельных участков для строительства линейных сооружений // Геодезия и картография. – 2019. – Т. 80. – № 6. – С. 48-53. DOI: 10.22389/0016-7126-2019-948-6-48-53

[2] Рахимбаева Д.Ж. СОЗДАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ, В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ И ТОПОГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ // Технические науки - от теории к практике: сб. ст. по матер. LV междунар. науч.-практ. конф. № 2(50). – Новосибирск: СибАК, 2016. – С. 117-122.

[3] Агафонов И.Д., Бурбан П.Ю., Технология создания цифровых топографических карт масштаба 1:100 000. Геодезия и картография. 2005, № 4,С. 36–38.

[4] Дементьев В. Е. Современная геодезическая техника и ее применения: Учебное пособие для вузов. – Изд. 2-е. – М.: Академический Проект, 2018. – 591 с.

[5] Плотников В.С. Геодезические приборы: Учебник для вузов. - М.: Недра, 2016. - 396 с.

[6] Балабанов В.И., Беленков А.И., Березовский Е.В., Егоров В.В., Железова С.В. Навигационные технологии в сельском хозяйстве. Координатное земледелие: учебное пособие. – М., 2013. – 76 с
7. Геодезия и картография на современном этапе развития. 1919-1989. - М.: Недра, 1989. - 184 с.

[7] Курошев, Г. Д. Геодезия и топография / Г.Д. Курошев, Л.Е. Смирнов. - М.: Академия, 2009. - 176 с.

Солтабаева С.Т., Нукарбекова Ж.М, Бегалиева М.Ж.

Использование квадрокоптеров для современных методов и технологий аэрофотосъемки и космических снимков.

Резюме. Речь идет об использовании квадрокоптеров для современных методов и технологий аэрофотосъемки и космических снимков. В топографии приводится применение современных квадрокоптер и дальнейшая обработка полученных данных и какие компьютерные программы могут быть использованы Это объясняется тем, что современные ценности, значимость и необходимость этих наук, их роль и почему это необходимо.

Ключевые слова: квадрокоптер, генератор, планирование, датчик, опорные точки, метод аэрофотосъемки, трансформация.

УДК 622.276.72

A.M. Kemelkhan, G.A. Baimakhanov , J. J. Yesenkulova
(Al-Farabi Kazakh national University, Almaty, Kazakhstan
Email: arai_kemelkhan@mail.ru)

COMPARATIVE ANALYSIS of GREEN STANDARDS LEED and BREAM.

Abstract. Today, the issues of ecology and climate change, efficiency of natural resources use and energy saving are of global international character. The direction of "green buildings, green construction", which has a long history of development in the United States and Western Europe, has received its recent development in some CIS countries. This concept is based on the practice of construction and operation of buildings, the main objectives of which are: a reduction in the consumption of energy and material resources throughout the life cycle of the building, a improvement in the quality of buildings and the comfort of their internal environment, a reduction in the overall impact of construction on the environment and human health. This practice extends and complements classical building design with concepts of economy, utility, durability and comfort.

Despite the development of the national policy of energy saving and energy efficiency green construction has not yet received its development in Kazakhstan

Key words: green standards, LEED, BREAM," green " construction

А.М. Кемелхан, Г.А. Баймаханов , Ж.Ж. Есенкулова
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан
Email: arai_kemelkhan@mail.ru)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗЕЛЕНЫХ СТАНДАРТОВ LEED и BREEAM.

Аннотация. На сегодняшний день вопросы экологии и изменения климата, эффективности использования природных ресурсов и экономии энергии носят глобальный международный характер. Направление «зеленые здания, зеленое строительство», имеющее давнюю историю развития в США и странах западной Европы, получило свое недавнее развитие и в отдельных странах СНГ. В основе данной концепции лежит практика строительства и эксплуатации зданий, основными целями которой являются: а снижение уровня потребления энергетических и материальных ресурсов на протяжении всего жизненного цикла здания, а повышение качества зданий и комфорта их внутренней среды, а сокращение общего влияния постройки на окружающую среду и человеческое здоровье. Эта практика расширяет и дополняет классическое строительное проектирование понятиями экономии, полезности, долговечности и комфорта.

Несмотря на развитие общегосударственной политики энергосбережения и энергоэффективности зеленое строительство еще не получило своего развития в Казахстане.

Ключевые слова: зеленые стандарты, LEED, BREEAM, «зеленое» строительство

Введение. Зеленые стандарты – это стандарты, рейтинговые системы сертификации проектирования и строительства, которые комплексно структурируют зелёное строительство. Уровень развития зеленого строительства напрямую зависит от достижений науки и технологии, от активности промышленных инженеров и от сознания обществом экологических принципов. Зеленые стандарты призваны регламентировать жизнеустойчивый подход в строительстве и оценить степень соответствия зданий исходным принципам. Разработка и внедрение стандартов зелёного строительства стимулирует развитие бизнеса, инновационных технологий и экономики, улучшает качество жизни общества и состояние окружающей среды. Они являются инструментом разумной экономики – сохраняют деньги на всех этапах и способствуют интеграции в мировое движение, являются ключом к зарубежным инвестициям и признанию на мировом уровне. Зелёные стандарты проектирования, строительства, эксплуатации зданий, ведения бизнеса и жизнедеятельности в

строительной сфере суть феномены, которые направляют, корректируют и управляют развитием общества, экономики и инфраструктуры. Далее представлены основные международные стандарты, используемые для экологической оценки зданий (воздействия на окружающую среду).

Наиболее популярными и широко используемыми в мировой практике зелеными стандартами являются LEED и BREEAM.

О стандарте BREEAM Первой системой международной Зелёной сертификации стал разработанный в 1990 г. британской организацией BRE Global метод оценки экологической эффективности зданий BREEAM (BRE Environmental Assessment Method). Система BREEAM – один из самых известных и распространенных методов оценки экологической эффективности зданий. BREEAM определяет стандарты устойчивого проектирования и строительства, а так же дает возможность сравнивать различные здания по уровню их воздействия на окружающую среду.[1]

BREEAM позволяет заказчикам, девелоперам, проектировщикам и всем участникам строительной индустрии:

• создавать репутацию на рынке недвижимости благодаря строительству эко-эффективных зданий;

• гарантировать применение лучших экоэффективных практик во время строительства и эксплуатации;

• стимулировать поиск новых, инновационных решений, уменьшающих воздействие на окружающую среду;

• формировать оценочный критерий, превышающий регламентированные государством стандарты;

• сокращать эксплуатационные расходы, улучшать рабочую и жилую атмосферу;

• демонстрировать прогрессивные взгляды на общественное и экологическое развитие.[2]

BREEAM охватывает широкий спектр вопросов устойчивого развития и охраны окружающей среды и позволяет застройщикам и проектировщикам наглядно демонстрировать преимущества использования эко-эффективных технологий своим партнерам и заказчикам, т.к. стандарт: • использует простую, наглядную систему оценки, опирающуюся на научные исследования и практический опыт • позитивно воздействует на проектирование, строительство и эксплуатацию здания • устанавливает и поддерживает устойчивый технический стандарт, гарантирующий высокое качество и сертификацию. [3]

BREEAM применяется для оценки различных типов зданий:

• офисные здания
• торговые комплексы
• образовательные учреждения
• тюрьмы
• суды
• учреждения здравоохранения
• промышленные объекты
• определенные виды зданий категории «экодом»

Оценка зданий осуществляется независимыми оценщиками, подготовленными и лицензированными компанией BRE Global. Оценщик подготавливает отчет с кратким описанием здания по каждому разделу и рассчитывает общее количество баллов. По завершении оценки клиенту выдается сертификат, подтверждающий рейтинг BREEAM. Чем раньше Оценщик начинает участвовать в процессе разработки проекта, тем проще получить высокий рейтинг с наименьшими затратами. Система оценки строится на присуждении баллов по нескольким разделам, касающихся различные аспектов безопасности жизнедеятельности, влияния на окружающую среду и комфорта. Баллы умножаются на весовые коэффициенты, отражающие актуальность аспекта в месте застройки, затем суммируются и переводятся в результирующую оценку. Такая методика позволяет адаптировать систему BREEAM к различным регионам без потери эффективности. Общая оценка заключается в присуждении рейтинга: Удовлетворительно, Хорошо, Очень хорошо, Отлично, Великолепно.[4]

Основные критерии оценки

Управление

• Ввод в эксплуатацию и дальнейшее управление зданием, обеспечивающие оптимальную производительность систем;

• Управление процессом стройки с точки зрения эффективности использования ресурсов, потребления энергии, загрязнения;

• Предоставление руководства для нетехнических пользователей здания с тем, чтобы они могли понять и эффективно эксплуатировать системы здания.

Здоровье и социальное благосостояние

• Наличие достаточного количества дневного света;

• Обеспечение вида из окна для отдыха глаз;

• Комфортный температурный режим;

• Требуемая акустика;

• Качество внутреннего воздуха и воды;

• Естественная вентиляция;

• Качество освещения.

Борьба с загрязнением окружающей среды

• Контроль за использованием хладагентов и их утечкой;

• Контроль дождевых потоков;

• Контроль за выбросом парниковых газов;

• Контроль загрязнения природных водотоков от стоков здания;

• Ограничение воздействия внешнего света и шума.

Энергетика

• Сокращение выбросов СО , связанных с 2 потреблением энергии;

• Сокращение выбросов СО и загрязнения 2 атмосферы, за счет использования возобновляемых источников энергии;

• Использование приборов для подсчета энергии;

• Внешнее освещение;

• Меры по повышению энергоэффективности;

• Нагрев воды солнечными батареями;

• Минимизация тепловых потерь;

• Энергоэффективные транспортные системы: лифты, эскалаторы;

• Применение вытяжных шкафов.

Эффективное управление застраиваемых территорий и экология

• Поощряется повторное использование земли и препятствие использованию ранее незастроенных земельных участков;

• Использование загрязненных ранее земель, их реабилитация;

• Сочетание здания с окружающей застройкой;

• Смягчение воздействия на окружающую среду (улучшение);

• Минимизация долгосрочного воздействия застройки на окружение, биоразнообразие района;

• Минимизация служебного освещения;

• Уровень шума на стройплощадке.

Транспорт

• Доступность общественного транспорта;

• Благоприятные и безопасные условия для пешеходных и вело прогулок;

• Близость к объектам социальной инфраструктуры (школы, сады, зоны отдыха);

• Максимизация емкости парковок;

• Грамотная планировка, уменьшающая потребность в поездках на автомобиле;

• Обеспечение возможности работать на дому;

• Карты и информация.

Водообеспечение

• Минимизация потребления питьевой воды в гигиенических целях;

• Счетчики расхода воды;

• Слежение за утечкой воды;

• Повторное использование воды;

• Сбор и использование дождевой воды.

Материалы

• Использование строительных материалов с низким экологическим воздействием на протяжении всего жизненного цикла здания;

• Повторное использование материалов;

• Сертифицированный источник ключевых материалов;
• Надлежащая защита открытых частей здания и ландшафтов.
Отходы
• Повторное использование материалов;
• Утилизация бытового мусора;
• Вывоз строительного мусора.

Система BREEAM служит примером удачной концепции, эффективно реализующей защиту окружающей среды от человеческой деятельности за счет удовлетворения интересов всех участников рынка без привлечения международного или местного права в качестве карательного инструмента. [2]

LEED (The Leadership in Energy & Environmental Design) — «Руководство в энергетическом и экологическом проектировании» — является всемирно признанной рейтинговой системой добровольной экологической сертификации для так называемых Зеленых зданий. Система LEED была разработана в 1993 г. американским Советом по экологическому строительству (USGBC) и предоставляет владельцам здания и операторам недвижимости удобный инструмент для оценки экологичности проекта, а также соответствующие решения для управления такой недвижимостью. [5]

Начиная с введения первой экспериментальной версии LEED в 1998 году, было разработано шесть вариантов сертификатов LEED для разных зданий:

1. Новые здания
2. Существующие здания
3. Чистовая отделка зданий
4. Коммерческие интерьеры
5. Жилье
6. Развитие территорий.

В дальнейшем отдельные виды сертификации были разработаны для многофункциональных комплексов, университетских городков, школ, клиник и лабораторий. Хотя первоначально система LEED была разработана для американского рынка, она оказалась достаточно гибкой, чтобы найти свое применение в 41 стране мира, включая Канаду, Мексику, Великобританию, Германию, Бразилию, Индию и Китай. LEED может эффективно применяться как к коммерческой, так и к жилой недвижимости, и включает оценку всех этапов работы над проектом – проектирование, постройка, отделка, подбор арендатора и модификация. Сертификация LEED такого направления, как использование и развитие территорий, позволяет проанализировать воздействие того или иного здания на окружающую среду. [6]

С выпуском новой версии стандарта LEED v3 в 2009 году, система стала использовать начисление баллов за те или иные параметры конкретного здания с использованием коэффициентов. В зависимости от количества начисленных баллов определяется один из видов сертификатов LEED – стандартный, серебряный, золотой или платиновый. В отличие от BREEAM, LEED не использует разные системы оценки для разных стран. Однако простота системы и ее легкая адаптируемость к большинству местных особенностей проектирования, позволяет успешно применять LEED во всем мире, давая участникам строительного рынка возможность получить профессиональную и независимую оценку любого объекта недвижимости. [7]

Система устроена так, что, не продумав или пропустив хотя бы одно требование, соискатель сертификата не сможет его получить из-за несоответствия стандарту. Итоговый сертификат определяется общей суммой этих баллов по гибкой сертификационной шкале и имеет несколько градаций. Важно отметить, что LEED не заменяет собой требования нормативных документов, установленных в той или иной стране государственными ведомствами (в России — ГОСТы, СНиПы, которые призваны обеспечить необходимый минимум безопасности для людей). Она только дополняет более совершенными, отвечающими запросам современности, крите-риями оценки качества. Система LEED формирует у проектировщиков сквозную ответственность за эффективность решений и будущие функции систем. LEED является выражением новой философии бизнеса, которая видит развитие общества в достижении баланса между целями современного поколения, связанными с удовлетворением своих потребностей, и возможностями по достижению подобного уровня благ последующих поколений.

Система оценки (сертификации) LEED

Система LEED представляет 100-бальную шкалу и кредиты, оценивающие влияние на окружающую среду. Кроме этих 100 баллов, также начисляются 10 бонусов, 4 из которых предназначены для регионов с особой окружающей средой. Система LEED включает в себя шесть

категорий, необходимые требования которых должны быть выполнены для того, чтобы достичь даже самого низкого уровня рейтинговой системы. [8]

Экологически устойчивые площадки застройки Категория подразумевает контроль за эрозией почвы и повышенными осадками. Дополнительные баллы начисляются за выбор застройки в экологически устойчивых районах, наличие транспорта, уменьшение застроенных площадей (для новых объектов), регулирование дождевых потоков и уменьшение заасфальтированных площадей застройки, а также уменьшение световых нагрузок на застроенной площади и их влияние на соседние участки.[9]

Эффективность водных систем Эта категория включает эффективную поливку зеленых насаждений, инноваторскую очистку сточных вод и уменьшение потребления воды при эксплуатации здания. Для получения этих баллов применяются различные способы использования дождевой воды, а также их можно получить за использование писсуаров и унитазов с низким расходом воды.

Энергия и окружающая среда Необходимые требования включают фундаментальный комиссинг, уменьшение хлороводородных холодильных агентов в холодильных установках и выполнение минимальных требований стандарта ASHRAE 90.1–2004 по энергосбережению. До 10 баллов можно получить путем оптимизации энергорасходов в здании. Начиная с 2007 года все проекты по LEED должны получать как минимум 2 балла в этой категории (эти требования еще больше ужесточаются в новой версии – LEED 2009). Дополнительные баллы в этой категории начисляются за использование возобновляемых источников энергии, например солнечных панелей, полное исключение из употребления холодильных агентов, которые имеют гидрокарбофторхлориновую основу (HCFC), дополнительный комиссинг и увеличение возможностей для контроля и проверки всех параметров системы.[10]

Строительные материалы и ресурсы Необходимые требования включают хранение, а также сбор и транспортировку сырья для повторной переработки. Баллы могут начисляться за использование строительных отходов, а также материалов, которые быстро восполняются экологически (например, бамбук), местных материалов, которые производятся неподалеку от места строительства, переработанных материалов, а также использование сертифицированного дерева.[11]

Качество экологии в здании Эта категория включает требования по контролю за курением, а также выполнение требований стандарта ASHRAE 62.1–2004 «Вентиляция и принятые нормы по качеству воздуха внутри помещений». Дополнительные баллы начисляются за увеличение эффективности системы вентиляции; контроль за качеством воздуха во время строительства; использование материалов с низким содержанием вредных добавок и клея, которые выделяют летучие органические вещества; установление контроля за выбросом химических и вредных веществ в атмосферу; тепловой комфорт; усовершенствование автоматического управления системами отопления; кондиционирования и вентиляции воздуха; увеличение использования естественного освещения.[12]

Инновации в процессе проектирования До 4 баллов можно получить за исключительное исполнение и превышение основных требований по системе LEED или за инновационный подход, который основные категории обычно не учитывают и не рассматривают. Еще один дополнительный балл дается, если один из основных членов проектной группы является аккредитованным специалистом по системе LEED (LEED Accredited Professional).

Развитие стандартизации и упорядочение строительных норм и правил, которые продвигают такие рейтинговые системы, как американская LEED и британская BREEAM, может существенно улучшить экологическую ситуацию и сделать экономические вложения более рентабельными.[13]

BREEAM и LEED международно признанные системы, компании, создавшие данные стандарты качества зеленого домостроения, не являются жесткими конкурентами.

Многие принципы оценки рейтинговых систем схожи, однако британская BREEAM считается более строгой системой. Она появилась на 8 лет раньше LEED и в своем портфолио имеет большее число сертифицированных объектов, однако американская система считается более распространенной в мире.

Большинство транснациональных корпораций родом с Wall Street, создавая производства и филиальные сети по всему миру, они хотят видеть унифицированную и понятную им схему оценки строений на предмет экологической и экономической эффективности.[14]

Во многих странах, в том числе и в Казахстане, государственных программ поддержки зеленых технологий пока не разработано. Таким образом, применение LEED вне американского социально-политического контекста зависит от этических ценностей местного бизенс-сообщества и от их

амбиций по развитию трансграничной предпринимательской деятельности (LEED имеет международное признание; наличие сертификата позволит, к примеру, привлечь крупных иностранных арендаторов коммерческих площадей и проч).

Выводы. Существует принципиальная разница в процессе получения сертификации LEED и BREEAM. BREEAM обучает специалистов, которые оценивают здание по стандартам. Затем отчет направляется в BRE, который, в свою очередь, утверждает оценку и выдает сертификат. LEED не требует специального обучения. Однако, предусмотрены дополнительные баллы в случае привлечения аккредитованного специалиста (АС), который консультирует по вопросам сертификации и помогает собрать доказательства. На финальном этапе, данные подтверждаются USGBCдля выдачи сертификата.

Оценочные критерии BREEAM считаются более академичными и строгими по отношению к LEED. Однако разработчики британской рейтинговой системы готовы учитывать специфику местных экономик и законодательных требований – в этой гибкости заключается достоинство BREEAM.

Хорошая система продвижения на транснациональном уровне; Большой объем информации по работе оценочных комиссий и о самом LEED находится в открытом доступе; Нет необходимости в организации обучения оценщиков.[5]

ЛИТЕРАТУРА:

[1] BREEAM. The world’s leading design and assessment method for sustainable buildings. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.breeam.com/ (дата обращения: 20.03.2018).

[2] Молодой и «зеленый» .. Ащкиуы Лфяфлрыефтю [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://forbes.kz/process/ecobusiness/molodoy_i_zelenyiy/ (дата обращения: 15.03.2018).

[3] U.S. Green Building Council. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.usgbc.org/ (дата обращения: 25.02.2018)

[4] Официальный сайт Комитета по тех. регулированию и метрологии МИТ РК. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.memst.kz/ (дата обращения: 08.04.2018).

[5] Colliers International. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://colliers.kz/ (дата обращения: 15.02.2018).

[6] Агапова К. Сертификация зданий по стандартам LEED и BREEAM в России. // Здания высоких технологий, 2013. – С. 58–64 – [Электронный ресурс] – URL: http://zvt.abok.ru/upload/pdf_issues/11.pdf (дата обращения: 12.03.2017 г.).

[7] Балоян Б.М., Гитарский М.Л. – Геоурбанистика: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – Дзержинский, филиал «Угреша» ГБОУ ВПО МО «Международный университет природы, общества и человека «Дубна», 2014. – 135 с.

[8] Бродач М., Имз Г. Рынок зеленого строительства в России // Здания высоких технологий, 2013. – С. 18–24 – [Электронный ресурс] – URL: http://zvt.abok.ru/upload/pdf_issues/9.pdf (дата обращения: 12.03.2017 г.).

[9] Об итогах Всероссийской переписи населения 2010 года. Федеральная служба статистики – [Электронный ресурс] – URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/perepis2010/perepis_itogi1612.htm (дата обращения: 18.03.2017 г.).

[10] Объем рынка «зеленых» объектов недвижимости в России превысил 3,6 млн кв. метров – [Электронный ресурс] – URL: http://www.jll.ru/russia/ru-ru/новости/1045/объем-рынка-зеленых-объектов-недвижимости-в-россии-превысил-3млн-квметров (дата обращения 04.03.2017 г.).

[11] Официальный сайт GREEN ZOOM. Проекты – [Электронный ресурс] – URL: http://greenzoom.ru/#cases (дата обращения 17.03.2017 г.).

[12] Система добровольной экологической сертификации «Зеленые стандарты». Критерии и нормативно-правовая документация, 2010. – 284 с. – [Электронный ресурс] – URL: http://www.mnr.gov.ru/files/part/0945_gs.pdf (дата обращения 21.02.2017 г.).

[13] Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Оценка численности населения на 1 января 2016 года и в среднем за 2015 год – [Электронный ресурс] – URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/materials/news/c9e6fe004709db3b85aabd87789c42f5 (дата обращения: 27.03.2017 г.).

[14] GREEN ZOOM. Книга 1. Практические рекомендации по снижению энергоемкости и повышению экологичности объектов гражданского и промышленного строительства, 2015. – 47 с. – [Электронный ресурс] – URL: http://greenzoom.ru/files/green-zoom_book1v2_web.pdf (дата обращения 11.03.2017 г.).

10. World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights (ST/ESASER.A/352). – United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2014. – 32 p.

Кемелхан А.М., Баймаханов Г.А. ,Есенкулова Ж.Ж.

Leed және breeam жасыл стандарттарын салыстырмалы талдау.

Түйіндеме. Бүгінгі таңда экология және климаттың өзгеруі, табиғи ресурстарды тиімді пайдалану және энергияны үнемдеу мәселелері жаһандық халықаралық сипатқа ие. АҚШ пен Батыс Еуропа елдерінде ежелгі даму тарихы бар «жасыл ғимараттар, жасыл құрылыс» бағыты ТМД-ның бірқатар елдерінде соңғы дамуын алды. Бұл тұжырымдама құрылысты салу және пайдалану практикасына негізделген, оның негізгі міндеттері: ғимараттың бүкіл өмірлік циклі бойында энергия мен материалдық ресурстарды пайдалану деңгейін төмендету, ғимараттардың сапасы мен олардың ішкі ортасының жайлылығын жақсарту, ғимараттың қоршаған ортаға әсерін азайту және адам денсаулығы. Бұл тәжірибе ғимараттың классикалық дизайнын үнемділік, пайдалылық, беріктік және жайлылық ұғымдарымен толықтырады және толықтырады.Энергияны үнемдеу және энергия тиімділігі жөніндегі жалпыұлттық саясаттың дамуына қарамастан, Қазақстанда жасыл құрылыс әлі дамымаған.

Түйінді сөздер: жасыл стандарттар, LEED, BREAM, жасыл ғимарат

УДК 311.42

[1]A.T. Beketova, [1]Zh.G. Berdenov, [2]Y.H. Mendybayev, [1]A.A. Saipov
([1] L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.
[2]K.Zhubanov Aktobe Regional State University, Aktobe, Kazakhstan.
E-mail: berdenov.87@mail.ru, atbeketova@mail.ru)

INTEGRATED ANALYSIS OF SOCIAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE AKTOBE REGION

Abstract. In the research work the analysis of modern tendencies of social and economic development of the Aktobe region for 2016-2018 is provided. The dynamics of the main social and economic indicators is shown; the statistics of the population of the region by districts is given. The research article shows the dynamics of the index of industrial production physical volume of Aktobe region, which in turn influence the degree of region urbanization.

Keywords: social indicator, economic indicator, Aktobe region.

[1]А.Т. Бекетова, [1]Ж.Г. Берденов, [2]Е.Х. Мендыбаев, [1]А.А. Саипов
([1] Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан.
[2]Актюбинский региональный государственный университет им. К.Жубанова, Актобе, Казахстан.
E-mail: berdenov.87@mail.ru, atbeketova@mail.ru)

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ СОЦИАЛЬНО – ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ АКТЮБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В научной работе приведен анализ современных тенденций социально-экономического развития Актюбинской области за 2016-2018 г. В работе показана динамика основных социально-экономических показателей, приведена статистика численности населения области по районам. В научной статье показана динамика индекса физического объема промышленной продукции Актюбинской области, что в свою очередь повлияло на степень процессов урбанизации области.

Ключевые слова: *социальный показатель, экономический показатель, Актюбинская область.*

Введение. Актюбинская область является одним из индустриально-развитых регионов Казахстана. В недрах Актюбинской области имеются огромные запасы полезных ископаемых, что является основным географическим фактором развития в регионе горнодобывающей(химическая) и обрабатывающей промышленности (производство ферросплавов, хромитов) и др. отраслей смежных отраслей.

Актюбинская область является второй по величине территории областью Казахстана и составляет 300,6 тыс.км^2 [1].

Население Актюбинской области по состоянию на 01.01.2019г. составляет 845,7 тыс.чел [1], плотность населения – 2,8 чел.км^2.

Актюбинская область на севере граничит с РФ и с шестью областями Казахстана, на севере-востоке с Костанайской областью, на юго-востоке с Карагандинской и Кызылординской областями, на юго-западе с Мангистауской областью, на западе с Атырауской областью, на северо-западе с Западно-Казахстанской областью. По административно-территориальному образованию регион делится на 12 районов (Айтекебийский, Алгинский, Байганинский, Иргизский, Каргалинский, Мартукский, Мугалжарский, Темирский, Уилский, Хобдинский, Хромтауский, Шалкарский), 142 сельских округа (рисунок 1).

На территории области расположены 8 городов, из них: 7 малых городов (Алга, Жем., Кандыагаш, Темир, Хромтау, Шалкар, Эмба) и г.Актобе, а также 372 сельских населенных пунктов [2].

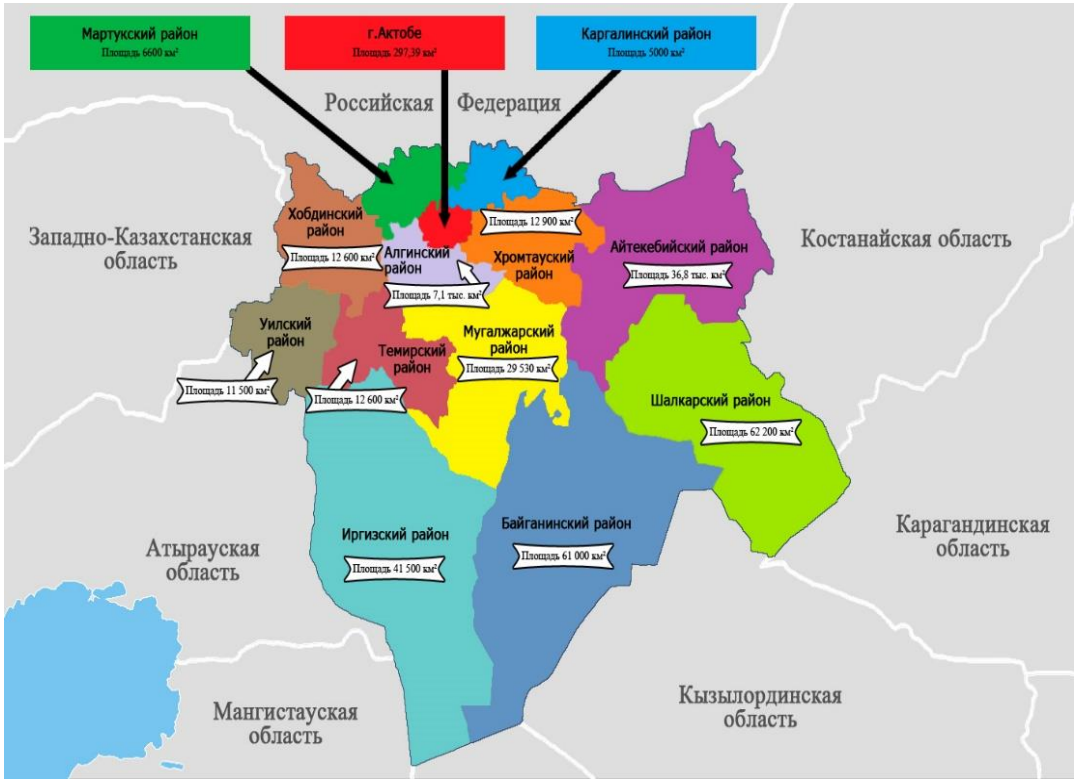


Рис.1. Карта административно-территориального деления Актюбинской области [1].

Территория и методы исследования. Социально-экономическое развитие области направлено на реализацию мер, определенных в Послании Главы государства народу Казахстана 5 октября 2018 «Рост благосостояния Казахстанцев: повышение доходов и качества жизни», на дальнейшее осуществление курса «Стратегии Казахстан – 2050» с учетом государственных и правительственных программ и создание модели экономики, определённой в пяти институциональных реформах Плана нации «100 конкретных шагов» [3].

Основной целью социально-экономической политики руководства области является создание основы для производительной, конкурентоспособной экономики, на принципах прибыльности, эффективности и повышение уровня жизни населения.

Актюбинская область в силу выгодного географического транзитного положения имеет огромное геоэкономическое и геостратегическое значение для экономики Казахстана. Ее территорию с большой уверенностью можно назвать уникальной кладовой природных ископаемых.

Регион - мировой лидер по запасам хрома, его объемы превышают 400 миллионов тонн. В недрах разведано 40% общереспубликанских запасов титана и 55% никеля. На территории области сосредоточены 30% прогнозных запасов углеводородного сырья, промышленные запасы нефти на третьем месте в республике. В области также имеются крупные месторождения золота, серебра, меди, цинка, кобальта, каолина, фосфоритов, нефтебитумных пород, сырья для производства строительных материалов [4].

Административным, промышленным и культурным центром Актюбинской области является г. Актобе.

Анализ и результаты обсуждения. Анализ итогов социально-экономического развития Актюбинской области за последние годы по данным Агентства Республики Казахстан по статистике

[5-8], свидетельствует, что на фоне общественно-политической стабильности, приобрели устойчивый характер позитивные сдвиги в реальном секторе экономики и социальной сфере.

В таблице 1 приведена динамика основных социально-экономических показателей Актюбинской области за период 2016-2018 гг.

Таблица 1 - **Динамика основных социально-экономических показателей развития Актюбинской области 2016-2018 гг. [9].**

Показатель	Годы		
	2016	2017	2018
Численность населения (на конец года), тыс. человек	808,9	829,5	865,7
Естественный прирост населения, тыс.чел.	14,06	14,65	14,6
Численность занятых в экономике, тыс. человек	410,03	404,81	408,56
Число безработных, тыс. человек	20,91	21,75	20,74
Уровень безработицы, %	4,9	5,1	4,2
Величина прожиточного минимума, тенге	19068	21612	24 459
Среднемесячная номинальная заработная плата одного работника, тыс.тенге	106,27	106,78	117,45
Валовой региональный продукт, млрд. тенге	1849,1	1769,2	1947,2
Валовой региональный продукт на душу населения, тыс. тенге	2361,4	2135	2464,9

Важнейшим показателем системы национальных счетов является валовой внутренний продукт, характеризующий конечный результат производственной деятельности экономических единиц-резидентов, который измеряется стоимостью товаров и услуг, произведенных этими единицами для конечного использования [10]. Валовой внутренний продукт (ВВП) - совокупная стоимость конечных товаров и услуг, созданных внутри страны, в рыночных ценах.

Динамика ВВП Актюбинской области за последние 3 года представлена в таблице 2.

Таблица 2 – **Динамика ВРП по Актюбинской области за 2016-2018 гг. [8]**

Наименование	Годы		
	2016	2017	2018
Валовой региональный продукт, млн. тенге	1926,2	1769,2	2071,1
Валовой региональный продукт на душу населения, тыс. тенге	2361,4	2135	2464,9
Удельный вес региона в ВВП, %	4,85	4,34	4,41

Таким образом, по итогам 2018 года объем валового регионального продукта области составил 2071,1 млрд. тенге, индекс физического объема ВРП к соответствующему периоду прошлого года - 101%, ВРП на душу населения – 2464,9 тыс. тенге. Активную динамику роста показали сферы сельского хозяйства – 8,8%, торговли – 6,0%, транспортной сферы – 4,8%.

Индекс потребительских цен составил 108,3%, в том числе на продовольственные товары – 108,6%, непродовольственные – 107,2%, платные услуги – 109,0%.

В таблицах 3 и 4 представлены соответственно динамика численности населения Актюбинской области 2013-2018 гг., динамика численности населения по районам Актюбинской области за 2013-2018 гг., и численность населения Актюбинской области по состоянию на 1.07.2019 г., человек [8].

Таблица 3 – **Динамика численности населения по районам Актюбинской области за 2014-2018 гг., тыс.чел. [11].**

Регион, районы	Годы				
	2014	2015	2016	2017	2018
Актюбинская область	**786,3**	**795,8**	**808,9**	**822,5**	**845,68**
г.Актобе	415,8	420,6	428,0	439,3	461,80
Айтекебийский район	25,5	25,7	26,0	26,2	26,02
Алгинский район	38,9	39,0	39,7	40,3	40,2
Байганинский район	22,6	22,8	23,0	22,9	23,0
Иргизский район	14,9	15,1	15,2	15,2	15,13
Каргалинский район	16,6	16,7	17,0	17,1	17,26
Мартукский район	29,6	29,6	31,1	30,9	30,44
Мугалжарский район	63,3	64,6	65,6	66,6	67,35
Темирский район	35,7	36,6	37,1	37,5	37,86
Уилский район	18,7	18,9	19,0	19,0	18,94
Хобдинский район	19,3	19,5	19,6	19,4	19,09
Хромтауский район	40,6	41,3	41,7	41,7	42,26
Шалкарский район	44,9	45,5	46,0	46,5	46,39

Из общего числа населения Актюбинской области (100 % - 851339 человек на 1 июля 2019 г.), 55,3% населения проживает в Актюбинской агломерации, 7,9% - в Мугалжарском районе, 5,4% - в Шалкарском районе, 5% - в Хромтауском районе, 4,7% - в Алгинском районе, 4,4% - в Темирском районе, 3,5% - в Мартукском районе, 3% - в Айтекибинском районе, 2,7%- в Байганинском районе, по 2,2% - в Хобдинском и Уилском районах, 2% - в Каргалинском районе, 1,8% - в Иргизском районе.

По состоянию на 1 июля 2019 г. из 851339 человек населения, проживающего в Актюбинской области, 411910 человек - мужчины, 439429 человек - женщины.

Таблица 4 – **Численность населения Актюбинской области по состоянию на 1.07.2019 г., человек [11].**

Регион, районы	Население, человек					
	на начало 2019 г.			на 1 июля 2019 г.		
	всего	город	село	всего	город	село
Актюбинская обл.	**845679**	**531748**	**313931**	**851339**	**538862**	**312477**
Актобе Г.А.	461796	407606	54190	470444	414512	55932
Алгинский район	40202	20105	20097	40103	20136	19967
Айтекебийский район	26020	-	26020	25425	-	25425
Байганинский район	22956	-	22956	22719	-	22719
Иргизский район	15131	-	15131	14996	-	14996
Каргалинский район	17258	-	17258	17167	-	17167
Мартукский район	30435	-	30435	30135	-	30135
Мугалжарский район	67346	47923	19423	67039	48115	18924
Уилский район	18936	-	18936	18680	-	18680
Темирский район	37860	2348	35512	37654	2329	35325
Хобдинский район	19089	-	19089	18793	-	18793
Хромтауский район	42258	25795	16463	42301	26015	16286
Шалкарский район	46392	27971	18421	45883	27755	18128

Анализ статистических данных показал, что в регионе имеется тенденция повышения уровня урбанизации. В городах проживает 63,3% населения. Половина жителей Актюбинской области проживает в Актюбинской агломерации.

Демографическая ситуация в Актюбинской области характеризуется положительной динамикой численности населения по состоянию на 1.01.2019 г.

Миграция сельского населения Актюбинской области остается высокой, основная масса движения идет из сельских местностей в города. Главным преимуществом улучшения демографического развития области является то, что в настоящее время основную часть населения области составляют лица детородного возраста.

Уровень инфляции ниже среднереспубликанского (Актюбинская область – 108,3%, РК - 108,5%) [7].

По данные агентства статистики РК номинальные годовые денежные доходы населения Актюбинской области в 2016 г. в среднем на душу составили по предварительным данным 781,02 тыс.тенге (РК - 900,31тыс. тенге), реальные денежные доходы населения - 100,7% (РК -101,1%) [1, 8].

Среднегодовые расходы в среднем на душу населения Актюбинской области 494,35 тыс.тенге ниже республиканских (530,37 тыс. тенге).

Соотношение между значениями величины прожиточного минимума и среднедушевых номинальных денежных доходов населения Актюбинской области в 2018 году составило 3,3 раза (РК-3,4).

Промышленность является ведущей отраслью экономики Актюбинской области и развивается с учетом приоритетов Государственной программы индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2015-2019 годы. Основная цель – диверсификация и повышение конкурентоспособности отрасли, создание благоприятных условий для развития инноваций, роста доходов и занятости населения.

Негативная ситуация развития промышленности Актюбинской области связана со снижением объемов промышленного производства в период с 2014 по 2015 годы (таблицы 5).

Таблица 5 – **Динамика индекса физического объема (ИФО) промышленной продукции Актюбинской области по видам экономической деятельности за 2013-2017 годы [9].**

Промышленность	Годы				
	2013	2014	2015	2016	2017
ИФО (в % к предыдущему году)	107,0	102,5	96,7	95,6	100,2
в т. ч. по видам деятельности:					
ИФО горнодобывающей промышленности, %	108,3	100,8	95,6	94,0	92,8
ИФО обрабатывающей промышленности, %	105,0	108,9	99,8	99,1	110,6
ИФО электроснабжения, подача газа, паровоздушное кондиционирования, %	95,8	108,2	102,2	106,2	105,3
ИФО водоснабжения; канализационная система, контроль над сбором и распределением отходов, %	107,1	101,0	100,3	75,3	103,9

Как видно, абсолютным лидером по объемам промышленной продукции является горнодобывающая промышленность.

В Актюбинской области в 2017 г. увеличилась добыча хромовых руд, возросло производство феррохрома, хромовых солей и сжиженного пропана, и бутана (100,2%).

По данным Агентства статистики РК на 1.01.2019 года [1] общее количество автотранспортных средств, зарегистрированных в Актюбинской области, составляет 175,5 тыс. ед., при этом количество автомобилей по типу составляет:

- легкового транспорта – 152,45 тыс. ед.,
- грузового – 19,3 тыс.ед.,
- автобусов – 3,7 тыс.ед.

Основную долю (86,9%) [8] составляет легковой транспорт, на долю которого приходится ведущее положение в осуществлении массовых грузовых и пассажирских перевозок в городе.

В транспортно-логистическом отношении область имеет следующий потенциал, позволяющий развивать экономику:

- область принимает участие в реализации международного инвестиционного мега проекта «Западная Европа - Западный Китай». Общая протяженность коридора составляет 8445 км, в том

числе по территории Казахстана - 2787 км. Из них, по территории Актюбинской области проложен 621 километр транспортного коридора. Все это положительно влияет на транспортный потенциал области;

- по территории области проходит 4 дороги международного значения: М-32 с выходом на Самару, А-24 с выходом на Оренбург, А-25 с выходом на Орск и А-27 с выходом на Астрахань;

- развитая транспортная инфраструктура создает возможность развития транспортно-логистических услуг (перегрузочные терминалы, складские мощности) [4].

Основными показателями, характеризующими текущее состояние сферы ЖКХ, являются доступ населения к водным и энергоресурсам, износ коммунальных сетей, баланс выработки и потребления ресурсов. АО «Актобе ТЭЦ» - обеспечивает 45% централизованного теплоснабжения г. Актобе [12].

В акционерном обществе «Актобе ТЭЦ» имеется резерв по располагаемой тепловой мощности порядка 200 Гкал/ч, а с учетом снятия ограничений по водогрейным котлам за счет увеличения теплопотребления – 455 Гкал/ч, и, при соответствующем развитии станции, тепловой мощности будет достаточно для теплоснабжения многоэтажной жилой и общественной застройки до расчетного срока (2030 год). В городе насчитывается более 150 котельных различной мощности и принадлежности, из них: 100 промышленных и 50 коммунальных, в том числе 23 котельные находятся на балансе теплоснабжающей организации акционерного общества «Трансэнерго» [13].

Обеспеченность населения централизованным водоснабжением составляет 96,1% (по состоянию на конец 2018 года).

Показатель доступа к центральному водоснабжению городских населенных пунктов составляет 100% (4 города), сельских – 84,1%. Из 152 населенных пунктов 70 (46,0%) пользуются децентрализованным водоснабжением.

В 2016 году газифицированы все районные центры области.

По состоянию на 2018 год, из 152 населенных пунктов, входящих в состав Актюбинской агломерации, газифицированы 68 (44,7%), в которых проживают 619 778 человека (96,1%) [14].

В настоящее время газоснабжение города Актобе осуществляется в основном нефтяным попутным газом Жанажолского месторождения через магистральный газопровод «Бухара-Урал» в связи с прекращением подачи природного газа из Узбекистана.

Выводы.

Результаты анализа социально-экономического развития Актюбинской области подтверждают достигнутый высокий потенциал области. Следствием социально-экономического роста, очевидно, является достаточно развитая отрасль хозяйства – промышленность, основанная на принципах рационального использования природных ресурсов в условиях перехода на инновационные технологии промышленного производства. Анализ итогов социально-экономического развития Актюбинской области за 3 года, свидетельствует, что на фоне общественно-политической стабильности, приобрели устойчивый характер позитивные сдвиги в реальном секторе экономики и социальной сфере. Анализ статистических данных с 2016 по 2018 годы показал, что в регионе имеется тенденция повышения уровня урбанизации.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Регионы Казахстана. – Астана: Комитет по статистике, 2017. Интернет ресурс https://kazdata.kz/04/new.html (дата обращения 10.08.2019).

[2] Административно-территориальное деление Республики Казахстан (1 января 1997 г. — 1 января 2000 г.): Краткий справочник. – Вып. 2 (Архив Президента РК). – Алматы-Астана, 2000. – С. 60–72.

[3] Официальный сайт Президента РК. Стратегии и программы Республики Казахстан. Стратегия «Казахстан-2050». https://www.akorda.kz/ru/official_documents/strategies_and_programs (дата обращения 15.09.19)

[4] Промышленность Актюбинской области и её регионов: стат. сборник / Департамент статистики Актюбинской области. – Алматы, 2011. – С. 231.

[5] Статистический сборник «Охрана окружающей среды и устойчивое развитие Казахстана 2011 – 2015». – Астана, 2016.

[6] Социально-экономическое развитие РК январь-декабрь 2016 г. – Астана, 2017.

[7] Расходы и доходы населения по регионам РК. //Статистика уровня жизни. - №25.

[8] Сайт Департамента статистики Актюбинской области. http://stat.gov.kz/faces/aktobe (Дата обращения: 12.02.2019.).

[9] Тезисы к отчету акима Актюбинской области перед населением об итогах 2017 года и задачах на 2018 год. Сайт http://aktobe.gov.kz/ru. (Дата обращения 15.02.2019).

[10] Об утверждении Методики расчета валового внутреннего продукта методом доходов. / Приказ Председателя Комитета по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан от 20 сентября 2017 года № 131. Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан Әділет. Сайт http://adilet.zan.kz/rus/docs/V1700015859. (Дата обращения 18.02.2019).

[11] Демографический ежегодник Казахстана. - Астана: Комитет по статистике, 2017 г. Сайт http://stat.gov.kz/faces. (Дата обращения 20.02.2019).

[12] Генеральный план развития г. Актобе. Утв.ППР РК от 31 октября 2016 года № 643.

[13] Информационно-аналитический отчет по контрольной и правоприменительной деятельности Департамента экологии по Актюбинской области за 2017 г и 1 полугодие 2018.

[14] Программа развития территории Актюбинской области на 2014-2018 годы / Областной акимат Актобинской области. – Актобе, 2013. – 189 с.

Бекетова А.Т., Берденов Ж.Г., Мендыбаев Е.Х., Саипов А.А.

Ақтөбе облысының әлеуметтік-экономикалық дамуының кешенді талдауы

Аңдатпа. Ғылыми жұмыста Ақтөбе облысының 2016 – 2018 жылдар бойынша әлеуметтік – экономикалық дамуының қазіргі заманғы тенденцияларының талдауы келтірілген. Жұмыста негізгі әлеуметтік-экономикалық көрсеткіштерінің динамикасы көрсетілген, облыстың аудан бойынша халық санының статистикасы берілген. Ғылыми мақалада облыстың урбандалу үрдістерінің дәрежесіне өз кезегінде әсерін тигізген Ақтөбе облысы өндірістік өнімінің физикалық көлемі индексінің динамикасы көрсетілген

Түйінді сөздер: әлеуметтік көрсеткіш, экономикалық көрсеткіш, Ақтөбе облысы.

ОӘЖ 691.276:504.054

T.T. Zaurbekov, K.S. Dossaliyev, V.N. Bossak,
M.K. Zhantasov, Zh.M. Altybayev, B.A. Ismailov, D.M. Zhantasova
(Belarus State Agricultural Academy, Gorky, Republic of Belarus
M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Republic of Kazakhstan)

ENVIRONMENTAL POLLUTION IN THE PRODUCTION OF FIBER-CEMENT PRODUCTS

Abstract. The article deals with the application of asbestos fibers, both in the construction industry and in the household sphere, as well as the harm caused by asbestos dust in the production of cement-fiber slate, both to the environment and the human body. We believe that the appearance of the main dusts in cement-fiber slate occurs in the process of grinding asbestos fibers and mixing mixtures. This asbestos dust is a hazard to workers engaged in production and the ingress of this dust into the environment.

Key words: cement products, chrysotile asbestos, amphibious asbestos, environmental protection, asbestos slate, asbestos pipe, asbestos dust.

Т.Т. Заурбеков, К.С. Досалиев, В.Н. Босак,
М.К. Жантасов, Ж.М. Алтыбаев, Б.А. Исмаилов, Д.М. Жантасова
(Беларусия мемлекеттік ауылшаруашылық академиясы, Горки қ., Беларусия Республикасы
М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,
Шымкент қ., Қазақстан Республикасы)

ТАЛШЫҚТЫ-ЦЕМЕНТ ӨНІМІ ӨНДІРІСІНДЕГІ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫҢ ЛАСТАНУЫ

Аңдатпа: Мақалада асбест талшықтарының құрылыс саласымен қатар тұрмыстық салада да қолдану аймағы және цементті-талшықты шифер өндірісіндегі асбест шаңдарының қоршаған ортамен қатар адам ағзасына келтіретін залалдар қарастырылған. Цементті-талшықты шифер өндірісінде негізгі шаңдардың пайда болуы деп асбест талшықтарын үгіту мен қоспаларды араластыру барысында орын алады деп есептейміз. Бұл асбест шаңдары өндірістегі жұмысшыларға қауіптілігі мен ол шаңдардың қоршаған ортағы жіберілуі болып табылады.

Түйін сөздер: талшықты-цементті бұйымдар, хризотил асбест, амфиболды асбест, қоршаған ортаны қорғау, асбестті шифер, асбестті құбыр, асбесті шаңдар.

Асбест деп талшықты құрылымды серпантин және амфибола топтарының кристалды силикатты минералдарын атайды. Әлемдегі асбесттың 90 % аса табылатын және сатылатын түрі ол «**хризотил асбесті»** болып келеді. Оны сонымен қатар **«ақ асбест»** деп атайды.

Қазақстан Республикасы және Ресей федерациясында аумағында хризотил қазба байлықтары

3079,6 млн. т көлемін құрайды, бұл көрсеткіш өсы өңірлерде талшықты-цементті асбестті құрылыс материалдарының өндірісіне кем дегенде 150 жыл өңдейді [1].

Австриялық инженер Людвиг Гатчек өткен ғасырдың 1901 асбестті цемнтті плиталарды дайындау технологиясын өзінің өнертапқыш әдісін патенттеді. Людвиг Гатчектің өнертабысы бойынша алынатын технологияны ол «этернит» деп атады, латын сөзінен алғанда «ұзақ мерзімді» деп аталады, ал халық ішінде ол асбестті шифер деп аталатын болды.

Өткен ғасырдың 1913 жылы Италияда асбестоцементті құбырлар өндірісін қосу іске асырылды, сол жылы сонымен қатар сол құбырлармен үлкен тегеурінді су желісін қосу жұмыстары жасалынды. Ал 1923 жылы Францияда, АҚШ, Германияда Японияда және Англияда жаппай үлкен тегеурінді су құбырларын шығару өндірісін бастап жіберді [2].

Екінші дүниежүзілік соғыста дүние жүзі бойынша талшықты-цемент материалдарын қолдану ұлғая түсті. Мұндай материалдарды соғыс техникаларына қолданылды, атап айтқанда негізгілері корпустардың жылу оқшаулау және басқа құрылыс нысандарын салу үшін. Ал кейбір батыс елдерде талшықты-цементті материалдардан теміржол шпалдарын дайындауға және үлкен жылдамдықты автомобиль жолдарының үстінгі жабынын төсеуге қолданыла бастады [2].

Асбест талшықтарының аталуы деп өздерінің химиялық құрамы, минералогиялық тұрғызылуына, физико-химиялық қасиетіне және биологиялық белсенділігіне қарай біріктірілген силикатты минералдарды атайды. Олардың сыртқы талшықтары ұқсас, бірақ қолданылу бағыты бөлек болуы мүмкін.

Асбест құрамдас материалдар өте кең тараған. Өте көп тау жыныстарында асбест талшықтары орын алады. Асбест талшықтарын шөгуі терең болмайды, сол себепті табиғатта асбест талшықтарын жуылуы мен желденуі болады. Мұның нәтежиесінде қоршаған ортада оттегі, әртүрлі шаңдар (құм, саз, әк және т.б.) және көмір қышқылы газдармен асбест талшықтары да орын алады [2].

Әдебиеттік шолу нәтежиесі бойынша, хризотил және басқа асбест түрлерін әлемнің барлық елдерінде анықталған, бірақ көп қолданылатын хризотил асбестті Қазақстан Республикасы мен қатар Қытай, Ресей Федерациясы, Бразилия, Канада және Зимбабва елдерінде де өндіреді. Амфибол асбест өндірісі кәзіргі таңда барлық елдерде жабық.

АҚШ-нің геологиялық геологиялық ізденулер нәтежиелері бойынша, асбест өндірісі 1998 жылдан 2002 жылмен салыстырғанда 10,9 % өскен. Кәзіргі таңда дүние жүзі бойынша асбест өндірісі бойынша бірінші орында Ресей Федерациясы тұр. Дүние жүзі бойынша өндірілетін 80 % хризотил асбесттің негізі пайдаланушылары болып Қытай, Индия, Тайланд, Ресей Федерациясы, Иран, Украина, Өзбекстан, Индонезия және Вьетнам елдері табылады [1-2].

Соңғы жылдарда асбест өндірісі құрылыс саласында өте үлкен орын алады, себебі өздерінің майда талшықтарымен түрлі әрлеу және құрылыс материалдары мен бұйымдарын, сонымен өзінің жоғарғы отқа төзімділігімен өндіріс орындарында да қолданылады. Асбест өнімдерінен алынатын құрылыс материалдары мен басқа да өнімдерге композоиция ретінде қолданылатын өнімдермен қатар үш мыңнан астам түрлерін айтуға болады. Олардың қатарында толқынды шифер материалдары, пластикалық пленкалар, асбестті цементті құбырлар, балқыту өндіріс орындарындағы ыстыққа төзімді қоршаулар, арнайы отқа жанбайтын киімдер, айырғыш пен электр қондырғалары (тежегіш жүйелері мен сцеплений қаптаулары).

Талшықты материалдардың ең қысқаларын және де шаңдарын материалдар мен бұйымдардың беріктігін арттыруға қолданылады, мысалы едендерге арналған винил-асбестті плиткалар. Амфиболды асбесттер әртүрлі сүзгіштердің төсемелерін дайындауға және химия өндірісінде құбырлардың жіктерін бекітуге арналған нығыздағыш материалдарды алуға қолданылады. Олар сонымен қатар асбестті пластиктер құбырларында толтырғыш материалдарында қолданылады.

Металды құбырлар тотығу себептеріне байланысты 5-10 жылда істен шығады. Тотығу салдарынан олардың ішкі диаметрі азаяды, соның салдарынан құбыр ішіндегі су мен жылу тегеуріні төмендейді. Жыл сайынғы ауамен тазалау олардың ішіне кислород жіберіп, оданда жаңа тотығулар орын алады. Металл құбырлардың тотығу себебінен жұмыстық қабырғасы азаяды, сол себепті құбырлар тегеуріндерге шыдамайды.

Шығарылатын асбестті цементті құбырлар екі түрлі болып келеді, тегеурінді және тегеурінсіз. Тегеурінсіз дайындалған асбесттті цементті құбырлар канализация жүйесіне, түтін мұржаларына, дренаж коллекторларына, кабель жүйесіне және қоршау конструкцияларында кеңінен таралған. Тегеурінді құбырлар техникалық және ауыз су жүйесінде, газбен қамтамасыздандыру, ауа алмасу, құдықтар орнату, егіс пен алғаптар мелирорациясына, қоқыс құбырлары және т.б. қолданылады.

Асбестті цементті құбырлар металл мен полиэтиленді құбырлармен салыстырғанда көп

артықшылықтарымен орына алады. Асбестті цементті құбырлар қоршаған ортаның әсеріне төзімді, тотығуға ұшырамайды және гидроайыруды талап етпейді. Бұл құбырлар электр өткізбегендіктен олармен тоқ жүрмейді, металл құбырлар сияқты катодты қорғаныс орнатуды талап етпейді. Металл құбырлармен салыстырғанда асбест құбырлармен суық су тасымалдау барысында олар терлемейді. Асбест цементті құбырлар 160°С температураға дейін және тегеуріні 1,2 мПа дейін шыдамды. Асбестті цементті құбырлар ұзына бойлық аз кеңею орын алады (1 ш.м. 8,15 мм), оларды құбыр арасындағы 10-15 мм саңылаумен толтырады. Мұндай саңылауларды асбестцемент құбыр араларындағы нығыздағыш муфталармен толтырады [2].

Ғылыми авторлардың жұмыстары бойынша [3], асбест талшықтарының салдарынан ең алғашқы терең зерттеулер 2002 жылы Бельгия мемлекетінің дәрігерлерімен алынған мәліметтер жария болды. Олардың бір ауызды шешімі бойынша, ең дамыған мемлекеттердің өзінде, адам ағзасына демалған ауамен өкпеге өткен асбест талшықтарының шаңдары зиян келтіріп отыратыны анықталған. Бұл ғылыми еңбекте сонымен қатар, Ұлыбритания жұмысшыларының кәсіподақ қызметкерлерінің зерттеулер жүргізіп, онда жұмысшылар өкпесіне түскен асбест талшықтарынан пайда болатын аурулардан, соңғы жиырма жылда 10 мыңнан аса адам қайтыс болады екен. Ал сол зерттеу жүргізу алдындағы төрт жылда 18 мың адам асбест талшықтарының аурларына шалдыққан.

Тек қана АҚШ, Япония, Батыс Еуропа және Австралияда жылына 10 мыңнан астам адам асбест талшықтарынан түрлі ауруларға шалдыққаны анықталды. Оладың ішінде асбест өндірісінің қызметкерлерінің 60 – 70 % рак ауруына шалдығады, ал қалған қызметкерлерде мезотелиома ауруына диагноз қойылған [4-7].

Егерде, экономикасы ең дамыған және дамып келе жатқан елдерде, талшықты асбест өнімдерінен мезотелиома және рак диагнозына шалдыққан қызметкерлерге уақытылы дерт анықтау табылмаса, онда басқа елдерде олардың саны ондаған есе артуына күмән келтіруге болмайды.

Қазақстан Республикасында хризотил асбест өндірісі Қостанай облысында, Жетіқара кең орны болып табылады. Кең орны «Қостанай минералдары» АҚ баспасөз қызметінің мәліметі бойынша 2017 бірінші жарты жылдығында 21,1 % өсті. Бұл асбест өнімдерінің негізгі тұтынушылары болып Қарағанды асбест зауыты, Семей мен Шымкент шифер зауыттары болып табылады.

Құрылыс саласындағы мәлімет бойынша Қазақстан Республикасына жылына 5 млн. шифер өнімі қажет екен, ал Республика аймағында жылына 2,5 млн. шифер өндіріледі. Жетіспеген өнімдерді шет елдерден экспорттайды. Цементті-талшықты шифер өндірісі келесі технологиялық үрдіспен дайындалады:

- хризотил асбест өнімдерін дайындау (ұсақтау және үгіту);
- араластырғыш қондырғысына хризотил асбест, цемент және су қоспаларын араластыру;
- қалыптау;
- талшықты-цементті өнім барабандарда маталарға төсеу арқылы артық суларды алу;
- мата төселерінен қалыптау барабанына жеткізу, ол жерде шифер қалыңдығына байланысты 6-8 қабат суспензия жағу;
- беттер бөлшектенеді және оны тасымалдау лентасына жеткізеді;
- тасымалдау лентасы толқындау бетке тасымалдайды;
- толқын формаларын беру үшін олардың арасына металл қалыптар орнатады, беттер әлі ылғалды болған соң толқын формасына тез келеді;
- металл қалыптармен толқындаған шифер бұйымын булау камерасына жеткізеді (бұл жерде қажетті ылғалдылық пен температурамен қамтамасыздандырады);
- булау камерасынан алынған шифер өнімін суға малып алынады;
- 14-21 күн ішінде шифер бұйымы өзінің толық беріктігін алады және сатылымға шығарады.

Талшықты-цемент немесе асбестті шифер өндірісінің технологясына қарап, ол жерде бірнеше қайтара қоршаған ортаны ластау және жұмысшыларға зиянды шаңдармен жұмыс істеулерін көруге болады. Атап айтқанда, хризотил асбестті майдалау және қоспаларды араластыру барысында өндіріс алаңында майда шаңдар пайда болады. Ал барабаннан матаға төсеу арқылы артық суларды сіңіру және булау камерасынан алынған шиферді суға малу барысында талшықтар суға өтеді. Пайдаланған өндірістік суларды төгу барысында, сулардың құрамындағы асбест талшықтарынан қоршаған ортаға зиян келтірілетіні белгілі болды.

Көп жылдар бойы асбест талшықтарын космос техникасында, тежегіш қалыптары мен диск, арнайы техникалық қағаздар, жылу айыр мен өтқа төзімді материалдар, құрылыс саласындағы асбестті цемент плиталары мен құбырларын өндірісінде қолданылады. Хризотилды асбест талшықтарын цементті және техникалық картонды қағаздар өндірісіндегі негізгі өнім болып табылады. Қазіргі таңда

хризотилды асбест талшықтарын дүние жүзі бойынша 65 елде қолданады, бұл дегеніміз жер шарының 2/3 тұрғындары болып табылады. Жоғарыда аталған өндірісте хризотилды ең көп қолданылатыны асбестті цементті өндіріс. Дүние жүзі бойынша табылатын барлық хризотил асбест талшықтарының 75% астамы талшықты-цементті бұйымдар дайындауға пайдаланады. Өнімдердің бұл өндіріснде 10-15% хризотил асбестте бар. Асбест талшықтарының тағы да қолдану аймағының бірі болып асфальт өндірісі мен едендерге арналған винилды плиткалар түрлері болып табылады [8].

Цементті-талшықты шифер өнімдерді өндіру барысында технологиялық үрдістерінде асбест шикізатын ұсақтау, үгіту және араластыру процестері жүреді. Бұл процестерді жүргізу барысында өндіріс алаңындағы ауада шаңдардың бөлінуі орын алады. Өндіріс цехіндағы шаңдардың негізгі бөлігін шаң ұстағыштармен тазаланады, ал қалған шаңдар механикалық ауа алмасу немесе ғимараттың ашық жерлері арқылы сыртқы қоршаған ортаға жіберіледі. Цементті-талшықты шифер өндірісіндегі ауаға үлкен ластанулары болып асбестті шикізатын үгіту мен араластырғыш бункерлерінен шыққан шаңдар және өндірістегі сулар болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Сперанская О., Цыгулева О. Асбест: реальность, проблемы, рекомендации. Астана-Москва-Киев, 2008. - С. 56.

[2] Горчаков Г.И. Строительные материалы. 1986.

[3] Attanoos R.L., Gibbs A.R. Pathology of malignant mesothelioma // Histopatology. 1997. Vol. 30, № 5. - P. 403–418.

[4] Leigh J., Davidson P., Hendrie L. et al. Malignant mesothelioma in Australia, 1945–2000 // Am. J. Ind. Med. 2002. Vol. 41. - P. 188–201.

[5] Parkin D.M., Whelan S.L., Ferlay J. et al. Cancer Incidence in Five Continents. IARC Press, Lyon, 2002. Vol. 8. - P. 456–468.

[6] Travis W.D., Brambilla E. et al. Tumors of the Lung, Pleura, Thymus and Heart. Pathology & Genetics. WHO Classification of Tumors. IARC Press, Lyon, 2004. - P. 125–136.

[7] Travis W.D., Brambilla E. et al. Tumors of the Lung, Pleura, Thymus and Heart. Pathology & Genetics. WHO Classification of Tumors. IARC Press, Lyon, 2004. - P. 125–136.

[8] ГОСТ 9835-77.

Заурбеков Т.Т., Досалиев К.С., Босак В.Н., Жантасов М.К., Алтыбаев Ж.М., Исмаилов Б.А., Жантасова Д.М.

Загрязнение окружающей среды при производстве волокнисто-цементных изделий

Аннотация. В статье рассмотрены области применения асбестовых волокон, как в строительной отрасли, так и в бытовой сфере, а также вред, причиняемый асбестовой пылью в производстве цементно-волокнистого шифера, как окружающей среде, так и организму человека. Считаем, что появление основных пылей в цементно-волокнистом шифере происходит в процессе измельчения асбестовых волокон и смешивания смесей. Эта асбестовая пыль представляет собой опасность для рабочих, занятых на производстве, и попадание этой пыли в окружающую среду.

Ключевые слова: волокно-цементные изделия, хризотил асбест, амфиболовый асбест, охрана окружающей среды, асбестовый шифер, асбестовая труба, асбестовая пыль.

УДК: 628.1.033

[1]A.S. Doskhozhayev, [2]B.A. Unaspekov, [3]Y.L. Voitov, [3]U.L. Solobovich

([1,2]Satbayev University, Almaty, Kazakhstan Almaty, Republic of Kazakhstan

([3]Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering, Novosibirsk, Russia,)

RESEARCH AND DEVELPMENT OF ENVIRONMENTALLY SAFE TECHNOLOGIES FOR DRINKING WATER TREATMENT

Abstract. The review of hydrological, hydrogeological and chemical-technological factors and modes of water consumption of fresh water for water supply purposes is carried out.

Keywords: quality of drinking water, water supply, purification of drinking water from organic substances, reactor-clarifier, quality of natural water.

[1]А.С. Досхожаев, [2]Б.А. Унаспеков, [3]Е.Л. Войтов, [3]Ю.Л. Солобович
([1,2]Satbayev University, Almaty,
[3]Новосибирский государственный архитектурно - строительный университет, Новосибирск, Россия,)

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОДГОТОВКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Аннотация. Выполнен обзор гидрологических, гидрогеологических и химико-технологических факторов и режимов водопотребления пресных вод для целей водоснабжения.

Ключевые слова: качество питьевой воды, водоснабжение, очистка питьевой воды от органических веществ, реактор-осветлитель, качество природной воды.

Введение. В настоящее время одной из актуальных проблем человечества стоит задача по улучшению качества потребляемой питьевой воды. Работа проведена в рамках совместных исследований российских и казахстанских учёных на основе анализа природной воды. Проведён обзор литературы и в основу статьи вошли современные научные разработки ведущих учёных мира в этой области, а также совместные эмпирические данные российских и казахстанских специалистов (патенты и изобретения), которые на протяжении нескольких десятилетий занимаются вопросами улучшения качественных показателей питьевой воды при водоснабжении таких крупных городов России, как: Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск и др, а также мегаполисов в Казахстане. Применена методология отвечающая самым жёстким требованиям к качеству питьевой воды. Очистка маломутных природных вод с высоким содержанием органических соединений для питьевого водоснабжения нашла своё отражение в целенаправленном научном исследовании, основными направлениями которых стали:

- новые направления совершенствования технологий и оборудования очистки маломутных вод с высоким содержанием органических соединений для питьевого водоснабжения;
- новые конструкции водоподготовительных сооружений; - особенности реагентной очистки воды в слое взвешенной загрузки реактора-осветлителя;
- методика расчета и оптимизации реакторов-осветлителей, учитывающая их гидравлические и конструктивные особенности;
- технологии обработки и утилизации промывных вод и осадка реакторов-осветлителей и фильтров водоподготовительных сооружений;
- эффективные технологии очистки маломутных вод с высоким содержанием органических веществ из поверхностных и подземных источников для питьевого водоснабжения.

Методы. Достоверность теоретических положений и результатов работы основана на применении методов теоретического анализа, проведении необходимого объема экспериментов, а так же патентной чистоты предложенных технических решений. Для решения конкретных задач использованы фундаментальные уравнения гидравлики. Анализ качества воды проводился стандартными физико-химическими методами исследований. Результаты работы подтверждены производственными испытаниями на реальных промышленных объектах.. На основании результатов исследований: -разработаны комплексные, экологически безопасные технологии очистки маломутных поверхностных и подземных вод с высоким содержанием органических соединений, позволяющие получить высокое качество питьевой воды при минимальных затратах, отличающиеся высокой степенью надежности и простотой эксплуатации. Разработанные технологии внедрены на станциях очистки природных вод в 12 населенных пунктах Сибирского федерального округа.

-разработана и внедрена новая технология очистки промывных вод фильтровальных сооружений для их повторного использования с применением нового высокоэффективного коагулянта СК-1 и утилизации осадка, позволяющая создавать безотходные производства питьевой воды, снижать эксплуатационные затраты и повышать экологичность водоочистных сооружений.

-разработано и внедрено новое высокоэффективное оборудование: реактор-осветлитель, дегазатор-окислитель, аэратор-распылитель, бункер осадка и активный фильтрующий материал, позволяющие повысить эффективность очистки воды, снизить капитальные и эксплуатационные расходы водоподготовительных сооружений; -проектным институтам «Кузбассгипрошахт» г. Кемерово, «Гипроводхоз» г. Новосибирск, а также СП «Росводоканал» г. Новосибирск и ОАО «КемВод» г. Кемерово даны рекомендации по расчету, проектированию и эксплуатации

водоподготовительных сооружении поверхностных и подземных вод; -результаты исследований используются в курсовом и дипломном проектировании для студентов строительных специальностей НГАСУ (Сибстрин) и в «Satbayev l]niversity» на кафедре «Инженерные системы и сети» Института архитектуры и строительства (Казахстан, Алматы) Новизна и практическая значимость разработок подтверждена десятью патентами РФ и РК. Это новые направления совершенствования технологий и оборудования очистки маломутных вод с высоким содержанием органических соединений для питьевого водоснабжения; - новые конструкции водоподготовительных сооружений; -особенности реагентной очистки воды в слое взвешенной загрузки реактора-осветлителя; - методика расчета и оптимизации реакторов-осветлителей, учитывающая их гидравлические и конструктивные особенности; -технологии обработки и утилизации промывных вод и осадка реакторов-осветлителей и фильтров водоподготовительных сооружений; -эффективные технологии очистки маломутных вод с высоким содержанием органических веществ из поверхностных и подземных источников для питьевого водоснабжения.

Питьевое водоснабжение является важнейшим элементом жизнеобеспечения городов и фактором национальной безопасности в области охраны здоровья населения. Многие поверхностные и подземные водоисточники загрязнены; химическими веществами, в отношении которых барьерная роль существующих водоочистных сооружений чрезвычайно мала. По данным Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) в России ежегодно регистрируется около 30 инфекционных вспышек дизентерии, брюшного тифа, гепатита, менингита и др., связанных с употреблением некачественной питьевой воды. Материальный ущерб от потери здоровья населения оценивается почти в 34 млрд. рублей в год. Аналогичная картина наблюдается и в Казахстане, где с учётом аридного климата, качество потребляемой воды, особенно в сельских населённых пунктах оставляет желать лучшего. Более трети поверхностных источников Казахстана и России характеризуются высоким содержанием органических, веществ, интегрально оцениваемым окисляемостью и цветностью воды, достигающими 3 ПДК и более. Кроме того, воды имеют малую мутность (до 50 мг/л).

1) Загрязнение. Органические вещества, поступающие в открытые водоемы в результате вымывания гумусовых веществ из почв, торфяников, а также отмирания и разложения водных организмов в самих водоемах, являются главной причиной появления в воде привкусов и запахов. Природный гумус, представлен гуминовыми и фульвокислотами, которые придают воде желто-коричневую окраску и образуют с металлами (в первую очередь с железом и марганцем) растворимые в воде, устойчивые к окислению комплексные соединения. Образование комплексных соединений алюминия в процессе коагуляционной очистки и защитное действие гуминовых кислот увеличивает концентрацию остаточного алюминия в очищенной воде. В результате хлорирования воды образуются токсичные галогенорганические соединения: хлороформ, дихлорбромметан, хлорфенол и др. Многие подземные водоисточники также имеют повышенное содержание природных органических соединений связанных с интенсивным отбором подземных вод и притоком в них загрязненных аллювиальных и поверхностных вод. В ряде источников поверхностных и подземных вод отмечено присутствие специфических органических примесей - фенолов, нефтепродуктов и др.

Результаты. Результаты работы использованы при строительстве новых водоочистных станций и реконструкции существующих сооружений в населенных пунктах Кемеровской области: п. Яшкино, п. Промышленная-1, п. Зеленогорский, п. Ягуновская, г. Кемерово, г. Киселевске, г. Березовский, п. Кедровка, п. Промышленная-2 а также в г. Ачинске (Красноярский край), г. Новосибирске (две станции), г. Куйбышеве (Новосибирской области), г. Северске (Томской области).

Очистка**.** Наиболее широко используемые двухступенчатые реагентные технологии очистки, соответствующие СНиП 2.04.02-84 на первой ступени очистки предусматривают осветление в отстойниках, осветлителях со взвешенным осадком и контактных префильтрах, на второй ступени - очистку на скорых фильтрах. Отстойники и осветлители со взвешенным осадком при очистке маломутных вод с высоким содержанием органических веществ работают неудовлетворительно. В первую очередь это обусловлено неэффективным протеканием процесса коагуляции из-за невысокой концентрации твердой фазы в исходной воде. В маломутной воде отсутствуют центры конденсации продуктов гидролиза коагулянта, поэтому не создаются условия для возникновения зародышей твердой фазы и осадок не образуется. Нагрузка по взвешенным веществам приходится на скорые фильтры, барьерная роль которых оказывается недостаточной. Применение контактных префильтров перед скорыми фильтрами требует большого расхода промывной воды (до 15% и более от расхода очищаемой воды), что снижает их производительность, увеличивает стоимость эксплуатации.

Рациональность. Рациональное функционирование станций очистки природных вод связано с комплексным решением проблем ресурсосбережения и охраны водоемов от загрязнения очисткой, повторным использованием промывных вод фильтров и утилизацией водопроводных осадков. Таким образом, проблема разработки эффективных технологий очистки маломутных природных вод с высоким содержанием органических соединений для питьевого водоснабжения и с решением экологических вопросов требует глубокого изучения и проведения специальных исследований.

Целью статьи является разработка научных и практических основ эффективных, экологически безопасных технологий подготовки питьевой воды для населенных пунктов из источников маломутных вод с высоким содержанием органических соединений. Для достижения поставленной цели в работе необходимо решить следующие задачи:

1.На основе теоретических и экспериментальных данных выполнить анализ загрязненности вод поверхностных и подземных источников водоснабжения и технологий подготовки питьевой воды.

2.Разработать рациональную конструкцию и методику расчета *реактора-осветлителя,* позволяющую оптимизировать его конструктивные и технологические параметры.

3.Изучить процессы реагентной очистки природных вод с применением реакторов-осветлителей.

4.Провести исследования по оптимизации процессов доочистки природных вод после реакторов-осветлителей на скорых фильтрах.

5.Исследовать методы обработки и утилизации промывных вод и осадков, образующихся в процессе подготовки питьевой воды.

6.Разработать экологически безопасные и эффективные технологии подготовки питьевой воды из поверхностных и подземных источников маломутных вод с высоким содержанием органических соединений.

Процессы очистки маломутных природных вод из поверхностных и подземных источников с высоким содержанием органических соединений осветлением в слое взвешенной контактной загрузки и фильтрованием.

Факторы, влияющие на эффективность очистки маломутных вод с высоким содержанием органических соединений. В результате проведенных исследований впервые: -разработаны эффективные комплексные, экологически безопасные технологии подготовки питьевой воды из поверхностных и подземных источников маломутных вод с высоким содержанием органических веществ, позволяющие обеспечить экономию капитальных вложений и эксплуатационных затрат; -разработаны теоретические основы процесса очистки маломутных вод в слое взвешенной контактной загрузки, методика моделирования и расчета реакторов-осветлителей, основанная на оценке параметров осветления с учетом структурных прочностных свойств осадка; -на основании установленных закономерностей и особенностей очистки маломутных вод показано, что при минимально взвешенном слое контактной загрузки е=0,12 на 30% и более повышается производительность реакторов-осветлителей по сравнению с контактными префильтрами; -в результате технологического моделирования процессов реагентной очистки поверхностных вод во взвешенном слое загрузки реакторов-осветлителей установлена эффективность применения в качестве коагулянтов сульфата и оксихлорида алюминия в зависимости от температуры и качества обрабатываемой воды. При очистке подземных вод наиболее эффективны гидроксид натрия и перманганат калия; -теоретически и экспериментально обоснована эффективность применения дегазаторов-окислителей новой конструкции для очистки подземных вод, позволяющих снизить расход реагентов до 20%, -рекомендованы марки гранулированных активных углей, технологически и экономически целесообразных для очистки поверхностных и подземных вод от остаточного содержания органических веществ в очищенной воде (АГ-3 и АГ-ОВ-1 соответственно);

Новые материалы - разработан новый модифицированный фильтрующий материал АРП для очистки природных вод от железа и марганца, позволяющий сократить или исключить использование реагентов; -разработаны технологии реагентного осветления промывных вод фильтровальных сооружений с использованием нового высокоэффективного коагулянта СК-1 и утилизации осадка. Технологии повышают производительность водоочистных станций до 15%.

Обсуждение. Основные результаты исследований, изложенные в статье, докладывались и обсуждались на международном конгрессе ЭКВАТЕК-2008 «Вода: экология и технология» (г. Москва, 2008 г.), международных научно-практических конференциях: «Водоснабжение -качество и эффективность» г. Кемерово (г. Кемерово 1998, 2002-2008 гг.), «Чистая вода -2009» (г. Кемерово, 2009 г.), «Современные технологии очистки в водоснабжении и водоотведении» (г.Новосибирск,

2006 г.), «Решение проблем развития водохозяйственных систем г. Новосибирска и городов Сибирского региона» (г. Новосибирск, 2006 г.), «Обеспечение экологической безопасности систем водоснабжения и водоотведения Новосибирска и городов Сибирского региона» (Новосибирск, 2008 г.), «Решение проблем экологической безопасности в водной отрасли» (Новосибирск, 2009 г.), «Решение проблем экологической безопасности в водохозяйственной отрасли» (г. Новосибирск 2010 г.), «Надежность и экологическая безопасность работы систем водоснабжения и водоотведения» (Новосибирск, 2011 г.), международной конференции в Тунисе (г. Хаммамет, 2004 г.), международной научно-практической конференции 1P05T-2007 в Монголии (г.Улан-Батор, 2007 г.), всероссийских конференциях «Актуальные проблемы строительной отрасли (г. Новосибирск, 2008-2010 гг.), научно-технических конференциях НГАСУ (Сибстрин) (Новосибирск 1988-2011 гг.). Разработанные технологии и оборудование очистки воды из природных источников демонстрировались на международных выставках «ИНТЕХВОД-2000», «ИНТЕХВОД-2001», «ИНТЕХВОД-2007» (г. Кемерово), Сибирской Ярмарке «СТРОЙСИБ-2004», «СИБПОЛИТЕХ-2010» (г. Новосибирска) и отмечены дипломами и золотыми медалями.

Основные положения статьи опубликованы в печатных работах, включая 2 монографии, 10 патентов на изобретения РФ и РК и 20 работ, опубликованных в реферируемых журналах, рекомендованных ВАК Минобразования и науки РФ и ВАК Минобразования и науки РК. Задача статьи состоит в выдвижении идей, научном обосновании, постановке и непосредственном участии в проведении экспериментальных исследований, анализе полученных результатов и их обобщении, разработке оборудования и технологий, их патентовании, проектировании водоочистных сооружений, авторском надзоре за строительством, наладке и пуске сооружений в эксплуатацию как на территории России, так и в Казахстане.. В статье приведены справки и акты об испытаниях и внедрении разработанных технологий.

ВЫВОДЫ

1. Дана оценка состояния поверхностных и подземных источников водоснабжения. Показано, что содержание органических веществ, интегрально оцениваемое цветностью и окисляемостью воды, является важным показателем загрязненности природных вод.

2. На основании литературного обзора проведен анализ существующих технологий очистки маломутных природных вод с высоким содержанием органических соединении для питьевого назначения. Установлено, что традиционные технологии водоподготовки либо не дают требуемого эффекта очистки вод для хозяйственно-питьевых целей, либо значительно повышают себестоимость очищенной воды. Кроме того, существующие технологии, как правило, не предусматривают эффективного решения проблемы утилизации сточных вод и осадков, образующихся в процессе водоподготовки.

3. Дано обоснование направлений совершенствования технологий и оборудования очистки маломутных вод с высоким содержанием органических веществ для питьевого водоснабжения. Определены цель и задачи работы.

4. Уделено научное направление теоретическому исследованию основ очистки природных вод в слое взвешенной контактной загрузки реактора-осветлителя.

ЛИТЕРАТУРА:

[1.] Когановский, А.М. Адсорбция органических веществ из - Л. : Химия, 1990. - 256 с.

[2] Сколубович, Ю.Л. Подготовка питьевой воды из подземных источников. Ю.Л. Сколубович. - Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин). - 2008. - 188 с.

[3] Е.Ф. Кургаев .с. 941303 СССР, МКИ С 02 F 1/28. Способ очистки природных вод от сероводорода. - Опубл. 07.07.1982; Бюл. № 25.

[4] Т.А. Губайдулина Пат. 2275335, РФ, МКИ C02F 1/64. Фильтрующий материал для очистки воды от марганца и железа, способ его получения и способ очистки воды от марганца и железа. - Опубл. 27.04.2006; Бюл. № 12.

[5] Каталог фильтрующих материалов и ионообменных смол «Пьюролайт». - М. : 2003. - 13 с.

[6] Каталитически активный фильтрующий материал - МЖФ: Рекламный проспект «Альянс-Нева». - СПб., 2002. - 5 с. - Условия доступа :www: Allians-neva.ru/

[7] Бочкарев, Г.Р. Природные катализаторы в процессах водоподготовки.Водоочистка, водоподготовка, водоснабжение. - 2008. - № 10. -С. 52-56.

[8] Скиттер, Н.А. Природные и модифицированные сорбенты для деманганации и обезжелезивания подземных вод :автореф. дис. ... канд. техн. наук. - Новосибирск, 2004. - 24 с.

[9] Пат. 2363536, РФ, МПК B01J 20/06. Способ получения каталитически активного зернистого фильтрующего материала / Е.Л. Войтов, Ю.Л. Сколубович. - Опубл. 10.08.2009; Бюл. № 22.

[10]. Войтов, Е.Л. Подготовка питьевой воды из поверхностных источников с повышенным природным и антропогенным загрязнением - Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2010. - 216 с.

[11] Досхожаев А.С, Сагаткалиев Д.С.Виртуальные лабораторные работы в учебном процессе Казахстана // Проблемы формирования профессиональных компетенций в техническом вузе. Россия. Башкортостан,2014г. 4 с.

[12] Досхожаев А.С. Моделирование гидрогеологических условий Голодностепского месторождения подземных вод с помощью моделирования в среде программного комплекса// EAGE Европейская ассоциация геоучёных и инженеров/ Инженерная и рудная геофизика.- Алматы, 2018. -12с.

[13] Досхожаев А.С. Некоторые вопросы районирования орошаемых земель Казахстана//на примере поливных массивов в Алматинской области.-Алматы:КазНИТУ им.К.И.Сатпаева,2019.-6с.

[14] Досхожаев А.С, Байнатов Ж.М. Защитное покрытие для укрепления откосов. Патент-НЭБ,РФ-Москва:,1993.-6с.

[15] Унаспеков Б.А. Повышение энергосбережения и пути совершенствования системы теплоснабжения зданий.изд.-Караганда: КарГУ, 2018. 264-267с.

Досхожаев А. С, Унаспеков Б. А, Войтов Е. Л, Солобович Ю. Л.

Ауыз суды дайындаудың экологиялық қауіпсіз технологияларын зерттеу және әзірлеу

Түйіндеме. Гидрологиялық, гидрогеологиялық және химиялық-технологиялық факторларға және сумен жабдықтау мақсатында тұщы суды тұтыну режимдеріне шолу жасалды.

Түйін сөздер: ауыз судың сапасы, сумен жабдықтау, ауыз суды органикалық заттардан тазарту, реактор-ағартқыш, табиғи судың сапасы.

ӘОЖ: 574.24

E.K.Ibragimova, K.T.Abdraimova
(Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University
E-mail: elmiira.ibragimova@ayu.edu.kz
kuralai.abdraimov@ayu.edu.kz)

CHEMICAL COMPOSITION OF THE UNDERGROUND THERMAL WATERS OF THE TURKESTAN REGION AND THEIR IMPACT ON THE HUMAN BODY

Abstract: In many regions of the country there are many sources of mineral water spewing from the depths of the earth, which have healing properties. These thermal waters are chemically, gaseous and mineralized. The article describes the chemical composition of thermal waters near Turkestan and their specificity. Nowadays, people use these water sources for medicinal purposes. Studying the results of the research, it is necessary to identify priority areas for the implementation of various measures for the development of health tourism in Turkestan.

Key words: thermal waters, medical institutions, illness, balneotherapy, tourism.

Э.Қ. Ибрагимова, Қ.Т. Абдраимова
(А.Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Қазақстан, Түркістан)

ТҮРКІСТАН АЙМАҒЫНДАҒЫ ЖЕР АСТЫ ТЕРМАЛДЫ СУЛАРЫНЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ АДАМ АҒЗАСЫНА ӘСЕРІ

Аңдатпа: Республикамыздың бірталай өңірінде өте тереңнен атқылап, жер бетіне шығып жатқан емдік қасиеті мол минералды су бұлақтары көптеп кездеседі. Бұл термалды сулардың химиялық, газдық құрамы мен минералдануы әртүрлі болып келеді. Мақалада Түркістан маңындағы термалды су көздерінің химиялық құрамы анықталып, олардың өзіндік ерекшеліктеріне мән берілді. Қазіргі таңда түрлі ауруларға шипа ретінде тұрғындар осы аталған су көздерін емдік мақсатта пайдалануда. Анықталған зерттеу нәтижелерін зерделей отырып, Түркістан аймағында емдік-сауықтыру туризмін дамыту үшін түрлі шараларды жүзеге асырудың басым бағыттарын ұсыну қажеттігі туындайды.

Кілт сөздер: термалды сулар, емдеу орындары, ауру, бальнотерапия, туризм.

Кіріспе. Табиғи сулар ежелден адамдарға қызығушылық туғызуда. Адам минералды судың денсаулығына елеулі әсер етуі мүмкін екенін байқаған соң, олардың негізгі құрамын зерттеу қажеттілігі туындады. Құрамында пайдалы элементтер бар екенін байқаған адамзат, емдеу үшін минералды суды қолдануға кірісті. Содан бері әртүрлі химиялық және биологиялық белсенді компоненттердің жер асты суларында қалыптастыру және жинақтаудың тамаша механизмдерін тереңдетіп зерделеу қажеттілігі айқындалды [1].

Ерте кезеңдердің өзінде адам ағзасына әр түрлі табиғи, климаттық, гидроминералды және ландшафттық факторлардың әсер ететіндігі байқалған болатын, ал XVI-XVIII ғасырларда климатпен және сумен емдеудің ғылыми алғышарттары қалыптасты, алғашқы емдік сауықтыру орындары пайда болды, емдік сауықтыру-бальнеология ғылым ретінде медициналық тәжірибеге енді [2-4]. Тұңғыш ыстық сулардың қайнаркөзі ежелгі римдіктермен байланысты антикалық дәуірде ашылған және дәл сол шипалы судың аймағынан алғашқы шипажайларды сала бастаған [5].

Республиканың бірталай өңірінде өте тереңнен атқылап, жер бетіне шығып жатқан емдік қасиеті мол минералды су бұлақтары көптеп кездеседі. Олар температурасы және құрамындағы газдар мен тұздарының түрі жағынан (хлор, калий, натрий, темір және т.б.) әр түрлі болып келеді. Адам ағзасына шипалық әсері бар Алма Арасан, Қапал Арасан, Сарыағаш, Жаркент Арасан емдік сауықтыру-шипажайлары, емханалар салынған. Қызылорда аймағындағы Жаңақорған шипажайы 1919 жылдан жұмыс істейді [6]. Термалды су қорларының мол аудандары: Маңғыстау, Үстірт, Ертіс маңы, Сырдария, Іле артезиан алаптары. Термал суы тек мекемелерде емдік қасиеті бар су ретінде ғана емес, сондай-ақ, елді мекендерге жылу беруде, энергетикалық қондырғыларда және т.б. мақсаттарда да қолданылады.

Термалды суларды күрделі минерал ретінде пайдалануға болады:

1) жылумен қамтамасыз ету (жылу жәнеыстық су беру), ал кейбір жағдайларда электр энергиясы ретінде;

2) дәрілік мақсаттар үшін;

3) құнды химиялық өнімдер алу көзі ретінде;

4) түрлі технологиялық қажеттіліктерге (кептіру, жуу және т.б.).

Барлық термалды су көздерін жоғарыда аталған барлық мақсаттарға бірдей қолдануға болмайды. Көбінесе олар дәрілік мақсаттарда қолданылады және бұл жағдайда минерал ретінде қарастырылуы керек. Химиялық шикізат ретінде термалды сулар пайдаланылатын жағдайларда олар өнеркәсіптік сулар ретінде қарастырылады [7].

Зерттеудің мақсаты: Түркістан аймағындағы термалды су көздерінің физика-химиялық құрамын анықтау, өңірдегі шипажайлар мен емдік сауықтыру орындарын ұтымды пайдалануды қамтамасыз ету.

Материалдар мен зерттеу әдістері. Түркістан ауданының су ресурстары жер бетіндегі жер астындағы сулардан, жасанды су қоймаларынан тұрады. Негізгі су көздері Сырдария, Қарашық өзендері және Арыс-Түркістан каналы болып табылады. Суды ұтымды қайта бөлу, жеке ауданның сумен қамтамасыз етілуін жоғарылату мақсатында Қаратау беткейінен ағатын негізгі өзендерге 8 су қоймасы салынған: Сасық Бұлақ, Шерт, Ермак, Ақтөбе, Майдамтал, Шылбыр, Қошқорған және Шаға.

Ауданда суармалы алап аймағы шегінде гидрографиялық байланыс нашар дамыған және суы аз Қаршық, Шаға, Ырмақ-Өзен, Иқансу, Шерт және басқа да Қаратау жотасының оңтүстік-батыс беткейінен бастау алатын кіші өзендерден тұрады. Олардың барлығы қар және бұлақ суларымен қамтамасыз етіледі. Қардың еруі кезінде өзендер сумен толып ағын суларға айналады, бірақ мамыр айында өзендерде су деңгейі төмендейді, ал жазда өзен сулары жазықтықта көзден ғайып болады. Тек қана Бөген су қоймасы құрылғанға дейін, Бөген өзені суын Шошқакөл ойпатына құйған және онда орналасқан көлді сумен қамтамасыз еткен. Өзеннің ені 8-15 м. Тереңдігі 1-5 м, ал оның таудан шығар кездегі алқабы бірнеше километрге жетеді. Өзеннің орта жылдық су шығыны 0,79 дан 3,49м^3/секундты құрайды. Суының минерализациясы 1г/л дейінгі тұщы су, өзен суының химиялық құрамы бойынша гидрокарбонатты-кальцийлі-магнийлі. Суару алабының гидрографиялық байланысына, сондай-ақ, су қоймалары, суару каналдары және дренажды коллекторлар жатады [8].

Бұл суару алабы Арыс артезиан бассейні шегінде орналасқан. Жер асты суларының қоректену жерлеріне Қаратаудың қатпарлы аймақтары жатады. Қоректену көздері атмосфералық жауын-шашындар. Жауын-шашынның жылдық мөлшері Қаратаудың қатпарлы аймағында 300-500 мм, ал жотаның бөлу бөлігінде 1000 мм-ді құрайды.

Жауын-шашынның негізгі бөлігі (80%) көктем мен қыс айларында, сондай-ақ судың аз булану мезгілінде түседі, сондықтан түсетін жауын-шашынның көп бөлігі жер асты ағындарын құруға жұмсалады. Орталық Қаратауда орналасқан өзендер Кентау, Түркістан қалалары мен жақын ауылдардың ауыз су көзі. Бұл судың бір бөлігін жергілікті халық егіншілікке қолданып келеді [9].

Біз зерттеуге алған Түркістан аймағында жер асты термалды су көздері кең таралған. Яғни бұл суларды емдік мақсатта, елді мекендер күнделікті тұтыну мақсатында пайдаланады. Зеттеу көзі ретінде Түркістан маңынан 5 жерден су сынамалары алынды.

1. Теке ауылы – Түркістан облысы, Кентау аудандық әкімдігіне қарасты ауыл, Үшқайық ауылдық округінің орталығы. Түркістан қаласынан оңтүстік-батысқа қарай 8 км-дей жерде, Қарашық өзенінің бойында орналасқан. Мұнда 900 метр тереңдіктен шығып жатқан термалды су ең алғаш 1969 жылы қазылған. Осы аймақтың халқы күнделікті ас суы ретінде пайдаланып келеді.

2. Сұлтанбек Қожанов ауылы — Түркістан облысы, Кентау аудандық әкімдігіне қарасты ауыл, Үшқайық ауылдық округі құрамында. Түркістан қаласынан оңтүстік-батысқа қарай 16 км-дей жерде орналасқан. Жер қойнына 1000 метр тереңдіктен шығып жатыр.

3. «Жұма» емдік сауықтыру орны – Түркістан облысы, Кентау аудандық әкімдігіне қарасты ауыл. Түркістан қаласынан оңтүстік-батысқа қарай 22 км-дей жерде орналасқан. Жер қойнына 1156 метр тереңдіктен шығып жатқан термалды су.

4. Балтакөл елді мекені— Түркістан облысы Отырар ауданындағы ауыл. Түркістан қаласынан оңтүстік-батысқа қарай 60 км-дей жерде орналасқан. Жер астынан 1250 м тереңдіктен шығып жатқан термалды судың температурасы 48 ^{0}С құрайды.

5. «Шипа су емдік сауықтыру орны – Түркістан қаласына Отырар ауданынан келер жолдағы Гаухар ана кесенесінің маңайында орналасқан. 1967 жылдан бері тұрақты жұмыс істейді. Емдік қасиеті бар бұл су 1300м тереңдіктен шығуда. **«**Шипа судың»-емдік сауықтыру орны тарихы да тереңде жатыр. Жер астынан атқылап шығатын ыстық суды ең алғаш шетелдіктер байқаған.

Зерттеу жұмыстары «Экология және химия» кафедрасының зертханасында және Экология ғылыми-зерттеу институтында жүргізілді.

Судың органолептикалық қасиеті және әсіресе дәмі адам ағзасындағы судың, тұздың баланстарын ұстап тұру үшін физиологиялық маңызға ие. Суды сараптауда біз Қазақстан Республикасының бекітілген «МЕМСТ28.74-82- Ауыз су» стандартын қолдандық, сонымен бірге «Судың сапасын мемлекеттік бақылау» анықтамасы бойынша нақтыланған талаптарға сәйкестігі анықталды. Қолданылған әдістер қазіргі қолданыстағы дәстүрлі әдістер [10-12].

Зерттеу нәтижелерін талқылау. Жер асты сулары орналасу жағдайына, географиялық таралымына байланысты химиялық құрамы да әртүрлі болып келеді. Алынған объектілердегі су нысандары әр түрлі тереңдіктен шығып жатырғанын және температураларында да айырмашылықтар барын байқауға болады.

Зерттеу нәтижелері төмендегі 1-кестеде көрсетілген. Зерттеу нәтижесі бойынша Теке елді мекенінен алынған су температурасы 39^{0}С болса, екінші су көзі бойынша бірінші су көзіне қарағанда жоғарырақ яғни 42^{0}С, ал үшінші су көзінің температурасы 44^{0}С. Су сынамаларының ішінде ең жоғарғы температураны Балтакөл елді мекенінің су сынамасы 47^{0}С –ты құрады. «Шипа судан» алынған су сынамасы 37^{0}С-ты көрсетті.

Су сапасын анықтау үшін ең бірінші температура, түсі, иісі, дәмі, мөлдірлігі, лайлылығы сияқты маңызды физикалық көрсеткіштері анықталды. Физикалық көрсеткіштері сапалық әдіс арқылы анықталды. Сапалық бағалауда зерттелетін су көздерін дистилденген сумен салыстыру арқылы жүргізілді. Судың иісі, түсі, дәмі оның сипатына қарай баллдық көрсеткішпен сипатталды. Яғни, сынамаға алынған су көздері бойынша Теке, Қожанов, «Жұма» сауықтыру кешені және Балтакөл су сынамалары 0 баллдық шкала, яғни мөлдір және анық көрсеткішті көрсетсетсе, ал «Шипа су» су сынамасы түсі бойынша ашық сары екендігі байқалды.

Кесте 1 -. **Судың физикалық қасиеттерін зерттеу нәтижелері**

	Су сынамасы				
	1 Теке ауылы	2 Сұлтанбек Қожанов ауылы	3 «Жұма» емдік сауықтыру орны	4 Балтакөл елді мекені	5 «Шипа су емдік сауықтыру орны
Температурасы, ^{0}С	37	42	44	47	37
Түсі, балл	0	0	0	0	2
Иісі, балл	1	1	1	1	4
Дәмі, балл	1	1	1	1	4

Иісі мен дәмі балдық шкала бойынша Теке, Қожанов, «Жұма» сауықтыру кешені және Балтакөл су сынама көздері 1 балл, яғни иісі бірден байқалмайды, тиянақты зерттеу жүргізілмесе анықтау мүмкін емес және дәмі өте әлсіз, тұтынушы сезбейді. Ал сынама көзі бойынша иісі және дәмі 4 баллдық шкаланы көрсеткен «Шипа су» су көзінде басқа су сынамаларына қарағанда айқын байқалатын иісі және анық байқалатын дәмі бар екенін көрсетеді.

Су сынамаларының химиялық құрамы 2-кестеде көрсетілген. Табиғи судың жалпы кермектілігі – кальций және магний иондары концентрациясының мг-экв/дм^3 немесе моль/дм^3–дегі жиынтығы. Бір мг-экв/дм^3 судағы Ca^{2+} иондарының 20,04 мг/дм^3 мөлшеріне немесе Mg^{2+} иондарының 12,156 мг/дм^3 мөлшеріне эквивалентті. Кермектіліктің жалпы шамасына байланысты табиғи су келесі топтарға бөлінеді:

Өте жұмсақ - <1,5 мг-экв/дм^3 ;

Жұмсақ - 1,5-3,0 мг-экв/дм^3 ;

Орташа кермектілік - 3,0-5,4 мг-экв/дм^3 ;

Кермек - 5,4-11 мг-экв/дм^3 ;

Өте қатты - >10,7 мг-экв/дм

Кермектілігі жоғары суды қабылдаған жағдайда, екі элемент - магний және кальций адам ағзасына еніп отырады. Бұл көптеген зерттеулердің негізінде тұжырымдалған. Жүргізілген зерттеулер, негізінен экологиялық сипатта болғанымен және әртүрлі деңгейде жүргізілгенімен, сарапшылар, кермек су қабылдау мен жүрек-қан тамырлары ауруларының жиілігі бір-бірімен байланысты деп атап көрсеткен [13].

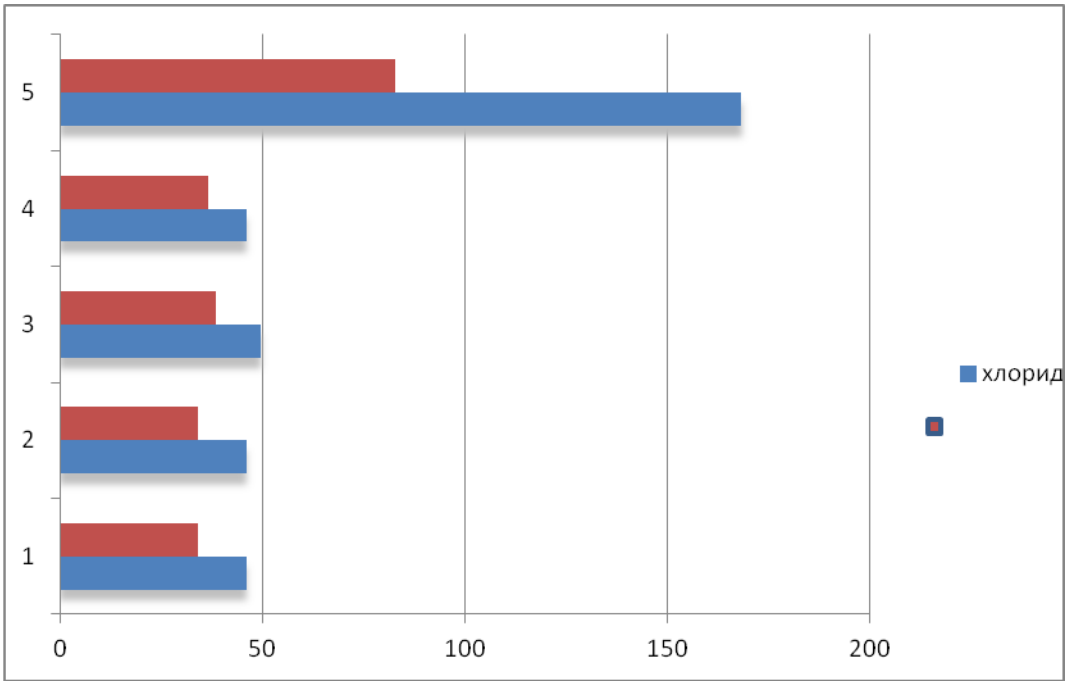
Кесте 2 - **Су сынамаларының химиялық құрамы**

Көрсеткіштер	Өлшем бірліктері	ШРК	1 Теке ауылы	2 Сұлтанбек Қожанов ауылы	3 «Жұма» емдік сауықтыру орны	4 Балтакөл елді мекені	5 «Шипа су емдік сауықтыру орны
Сутектік көрсеткіш	pH	6-9	7,139	7,092	7,042	6,332	7,088
Жалпы кермектілік	мг-экв./л	7,0	4,8	4,6	4,8	4	21,6
Хлорид(Cl^-)	мг/л	350	46,09	46,09	49,63	46,09	168,03
Сульфат (SO_4)	мг/л	500	34,04	34,04	38,07	36,05	82,63
Нитрат	мг/л	45	0,886	0,897	0,448	0,106	0,203
Нитрит	мг/л	0,3	0,005	-	0,015	0,05	0,024
Гидрокарбонат (HCO3-)	мг/л	1000	183	183	183	152,5	244
Аммоний	мг/л	0,4 дейін	0,203	0,495	0,387	-	1,312
Темір (Fe, общее)	мг/л	0,3	0,0053	0,0053	0,0055	0,0057	0,0066
Кальций	мг/л	200	0,112	0,112	0,12	0,112	0,6
Магний	мг/л	100	0,067	0,067	0,072	0,067	0,36

Жалпы кермектілігі бойынша су сынамаларының көрсеткіші Теке елді мекені су сынамасы бойынша 4,8-ді көрсетсе, Қожанов елді мекені су сынамасында 4,6-ны, ал «Жұма» сауықтыру орнының су сынамасында 4,8-ді, Балтакөл елді мекені су сынамасында 4-ті, яғни орташа кермектілікті көрсетсе, ал «Шипа су» су сынамасында бұл көрсеткіш 21,6мг-экв/л (өте қатты кермектілікті) көрсетті. Яғни, судың кермектілігі бойынша тек бесінші су сынамасы ғана ШРК-дан ауытқуы байқалды.

Табиғи судың тұрақты компоненттері – сульфаттар және хлоридтердің жоғары мөлшері судың сапасын төмендетеді: хлоридтердің концентрациясы 300 мг/дм^3 көбірек болса судың дәмі ашылау болады; сульфаттар, егер олардың концентрациясы суда 500 мг/дм3 көп болса ағзаның қызметін бұзады. Ауыз суында хлоридтер 350 мг/дм^3 – ден көп болмауы тиіс, ал сульфаттар 500 мг/дм^3 - ден

аспауы қажет. Зерттеу нысандары бойынша (1-сурет) сульфат және хлорид концентрациялары нормадан ауытқымағанын байқауға болады, хлорид мөлшері Теке, Қожанов және Балтакөл ауылдарының су сынамалары бойынша 46,09 мг/л, ал «Жұма» сауықтыру орнының су сынамасы бойынша 49,63 мг/л көрсеткішін көрсетсе, «Шипа су» емдік сауықтыру су сынамасы бойынша 168,03 мг/л мөлшерді көрсетті.



1-сурет. Су нысандарының минералдық құрамы

Гидрокарбонат ионын анықтау үшін титриметриялық әдіс пайдаланылды. Гидрокарбонат – ионы тұщы суда басым болады, олардың табиғи суда болуы – бұл көмір қышқылымен карбонатты түрлерінің еру нәтижесі. Көптеген табиғи сулар үшін құрамында гидрокарбонат ионның болуы олардың сілтілігін білдіреді. Сілтілігі жоғары «Шипа су» нысанына алынған су құрамы болды. Яғни қышқылдылығына қарағанда судың сілтілігінің жоғары екені зерттеу нәтижесі көрсетті.

Ал, темір иондары Теке және Қожанов елді мекендерінің су сынамаларында 0,0053мг/л көрсетсе, Жұма сауықтыру орының су сынамасында 0,0055-ті көрсетті. Ал Балтакөл елді мекенінің су сынамасында 0,0057, сондай-ақ «Шипа су» сауықтыру кешені су сынамасында 0,0066 мг/л көрсетті. Яғни, темір мөлшері басқа нысандарға қарағанда «Шипа су» сауықтыру кешенінде басымдылығы байқалады. Темір адам денсаулығы үшін маңызды роль атқарады. Адам организміне темір жетіспеген жағдайда, баршамызға белгілі анемия немесе қаназдық ауруы пайда болады. Бұл элементтің ағзадағы тәуліктік мөлшері—11-30 мг құрайды. Адам қанында 3 грамға жуық темір кездеседі. Оның мөлшері көрсетілген шамадан төмен болса, гемоглобиннің түзілуі бұзылып, тыныс алу қызметі нашарлай бастайды.

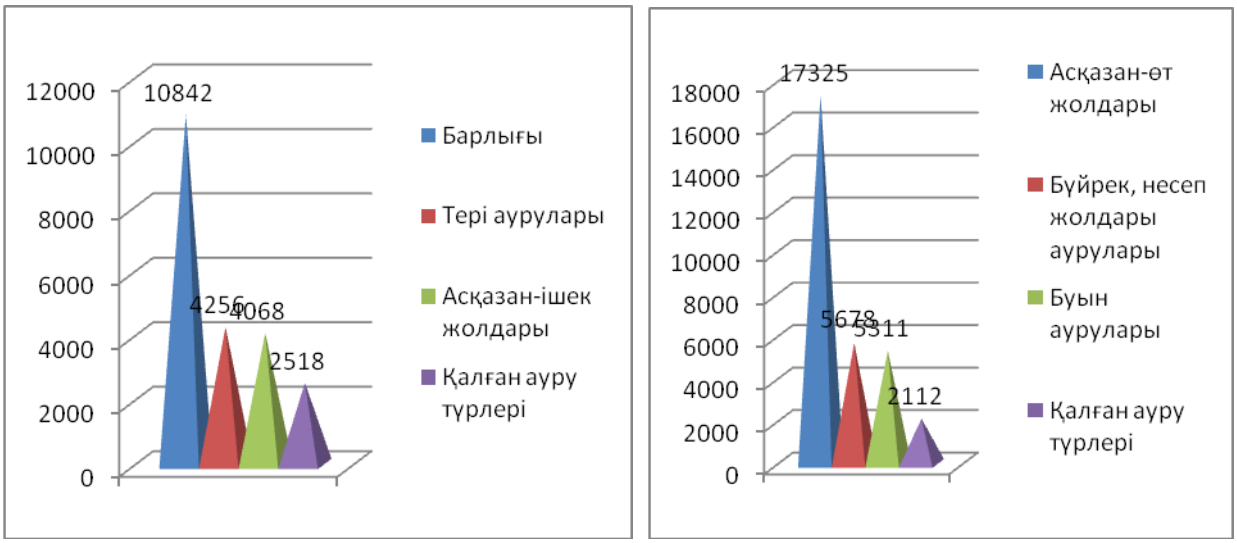
Қорытынды. Су сынамаларындағы кальций. магний иондарын анықтау үшін титриметриялық әдіс пайдаланылды. Зерттеу нәтижесі бойынша кальций мен магний мөлшері Теке елді мекені, Қожанов елді мекені, Жұма сауықтыру орны, Балтакөл елді мекеніндегі су көзіндеріне қарағанда, «Шипа су» су сынамасында жоғары екендігін көрсетті.

Зерттеу нәтижесі бойынша нитрат мөлшері Текеелді мекені су сынамасында 0,886, Қожанов елді мекені су сынамасында 0,897,«Жұма» сауықтыру орнының су сынамасы бойынша 0,448, бұл көрсеткіш Балтакөл су сынамасында 0,106 мг/л көрсетті. Ал«Шипа су»су сынмасында нитрат иондары байқалмады. Нитратпен ластанған суды пайдаланғанда балалармен ересектердің арасында сулы-нитратты метгемоглобинемия ауруы таралады. Нитрат өз бетінше метгемоглобинді түзе алмайды, оның зиянды әсері ішекте дисбактериоз құбылысы байқалғанда (диспенсия салдарынан) нитрат формасына өту арқылы жүзеге асады. Нитрат қанға тез сіңіп метгемоглобиннің мөлшерін көбейтеді.

Қорыта келе, зерттелген су нысандарының құрамы ШРК мөлшерінен ауытқымайтындығы

байқалды. «Шипа су» сауықтыру кешенінің суының құрамында басқа су нысандарына қарағанда хлорид, нитрат және темір мөлшері жоғары екенін көрсетті. Түркістан минералды суы-жылы (орташа 42°С), төмен минералданған (7.4-7.9 г/л), хлоридті-натрий сульфатты, кремний қышқылы 60 мг/л және көптеген органикалық заттар 15,5 г/л дейін қамтиды.

Қазіргі таңда Түркістан қаласы маңында жер асты ыстық суымен емдейтін екі сауықтыру орны жұмыс істейді. Жұма емдік сауықтыру орны 2005 жылдан бастап емалушыларды қабылдайды. 70-ке жуық жатын орнымен қамтамасыз етілген. 2017 жылы емдеу орнына 10842 емделушілер келген. 4256 емалушы тері ауруымен тіркелген. 4068 адам асқазан-ішек жолдарын емдеуге, қалғаны басқа ауру түрлерімен (бүйрек, зоб, аяқ-қол аурулары) тіркелген (Сурет-2). Бұл суға түскен адамның дене температурасы көтеріліп, тер көп мөлшерде бөлінеді. Тердің көп мөлшерде бөліну нәтижесінде адам бойындағы жиналған тұздардан арылады. Нәтижесінде буын ауруларын, асқазан – ішек жолдары ауруын, сонымен қатар сыртқы жараларды емдеуге де пайдалы.



2-сурет. 2017 жылғы «Жұма», «Шипа су» емдік сауықтыру кешендеріне келушілер туралы статистикалық мәлімет

Сонымен қатар «Гаухар ана» кесенесінің жанында орналасқан Түркістан қаласында «Шипалы су» деп аталатын демалыс орны бар. Демалыс аймағының шипалы суын алыстан ат арытып, іздеп келушілер де бар. Емалушылардың дені асқазан-өт, бүйрек-несеп жолдары ауруларымен, аяқ-қол буын аурулары және басқа да ауру түрлерімен ауыратындар. 2017 жылы орта есеппен 30426 емделушілер тіркелген. Соның ішінде 17325 асқазан-өт жолдары ауруымен, 5678 бүйрек-несеп жолдары аурулары, аяқ-қол буын аурулары 5311, қалғаны басқа ауруларға тиесілі. Судың құрамы Удмуртск қаласындағы Ново-Ижевскии мен Украинадағы «Трусковец» суының құрамымен сәйкес келетіні дәлелденген.

«Су - жер бетіндегі өмір көзі». Ал термалды сулар денсаулық, сұлулық пен жастықтың көзі болып табылады. Ежелгі Месопотамия мен Мысырдың тұрғындары өз денсаулықтарын «емдік» сулардың көмегімен жазып отырған. Гиппократ: «Медицина негіздерінің бірі- Сумен емдеу»,- деп санады. Бұл пікірді көптеген заманауи мамандар да қолдайды. Олардың көзқарастары фактілерге негізделген. Шипалы сулар әлемнің түрлі нүктелерінде, әр құрлықта, тіпті мұхит түбінде орналасқан табиғи термалды көздерден алынған. Шындығында жер асты сулары геотермиялық процестердің нәтижесінде ыстық суларға айналады.Жердің ішкі бөлігінен шыққан судың құрамы әр түрлі: ол тұзды гидрокарбонаттан майлы күкіртсутегіге және азот-метанға дейін болуы мүмкін.

Бальнотерапиялық көрсеткіштеріне қарағанда Түркістан аймағындағы термалды су көздері Қазақстанның, Ресейдің, басқа да мемлекеттердің әйгілі емдеу сауықтыру орындарынан еш қалыспайды. Алайда қазіргі таңда шипажайлардың жағдайы көңіл толтырарлықтай емес.

Ғимараттарының ескілігі, санитарлық-гигиеналық талаптардың дұрыс сақталмауы, материалдық –техникалық құралдардың жарамсыздығы көзге алыстан көрінеді.

Жалпы санаторлы-курорттық және туристік салалардың дамуын тежейтін факторларға ескірген материалды-техникалық база мен инфрақұрылымды, емдік-сауықтыру аймақтарындағы жоспарсыз

құрылысты және қазіргі заманға сай мәдени және ойын-сауық мекемелері жүйесінің жоқтығын жатқызуға болады. Көптеген минералды су мен балшық көздерінің жекеменшік кәсіпкерлерге берілуі аса қымбат табиғи ресурстардың мақсатына сай емес пайдаланылуына және санаторлы-курортты мекемелер үшін бағасының артуына алып келді. Сонымен қатар, емдік-сауықтыру орындары емделумен қатар Түркістан аймағының туризмін дамуына айтарлық өз үлестерін қосу қажет. Осы тұрғыда аталмыш мекемелерде көптеген кедергі келтіретін мәселелер бар екендігін байқауға болады. Олар:

*емдік минералды-бальнеологиялық ресурстардың дұрыс емес пайдаланылуы;

*материалды-техникалық базаның жоғары моралды және физикалық тозуы;

*қызмет көрсету сапасы мен деңгейінің төмендігі;

*табиғи емдік ресурстарды барлау және пайдалану, қазіргі заманғы технологиялық жабдықтарды құру және енгізу саласындағы ғылыми-зерттеу жұмыстарының аздығы;

*курортты-санаторлы қызметтер бағасын есептеудің бірыңғай жүйесінің жоқтығы, т.б. жатады.

Сол себепті Түркістан аймағының облыс орталығына айналып отырғанын ескере отырып, осындай таптырмас емдеу орындарын мемлекет қарауына өткізіп, жоғарыда айтылған кемшіл тұстарын қалпына келтіріп, аймағымыздың ары қарай көркейіп дамуына үлес қосатын нысандарымызды жандандыра түссек құба құп болар еді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Минеральная вода Прикамского источника и ее внутреннее применение: метод. рек. / под ред. А.В. Туева, А.С. Наумова. Пермь; Усть-Качка, 1995. 19 с.

[2] Bertani R. Geothermal Power Generation in the World 2005–2010. Update Report. Proceedings World Geothermal Congress 2010. – Bali, Indonesia, 25–29 April 2010. – 41 p.

[3] Bostanova A. and oth. Bioecological studies identifying the reasons of occurrence of fungi species that infect the seeds of leguminous crops in South Kazakhstan Fresenius Environmental Bulletin Volume 27 ± No. 8/2018 pages 5301-5305

[4] Kurbanyazov S. and oth. A comprehensive study of various loam properties of Besarik field to obtain ecofriendly building materials Fresenius Environmental Bulletin Volume 27 ± No. 9/2018 pages 5858-5863

[5] Абсаметов М.К., Касымбеков Д.А., Муртазин Е.Ж. Подземные воды – стратегический ресурс устойчивого развития Казахстана // Вестник Казахстанской Национальной Академии естественных наук. – 2013. – № 3. – С. 115–116

[6] Джакелова А.К., Сыдыков Ж.С., Кабиев Ф.К., Касымбеков Д.А. Ресурсы подземных вод Казахстана, перспективы их рационального использования и охраны // Водные ресурсы: экологические аспекты их использования и охраны. – Жамбыл, 1996. – С. 26-27.

[7] Живая вода (о пользе термальных вод) http://www.7ya.ru/print/article/Zhivaya-voda-opolze-termalnyh-vod/

[8] Байжигитов К. Водные ресурсы Туркестана и вопросыозеленения. Журнал «Вестник сельскогохозяйственной науки Казахстана», 2003 г, №9, стр. 52-53.

[9] Состояние водного бассейна Туркестанского района. – Р. К. Куандыкова.// Вестник университета Ясави, 1997 г , - № 6. – С. 22-25.

[10] Сарбаева Г.Т., Баешов А., Баешова А.Қ. Аналитикалық химия пәні бойынша әдістемелік нұсқаулар мен лабораториялық жұмыстардың жинағы. Шымкент 2003 ж.

[11] Бадавамова Г.Л., Минажева Г.С. Аналитикалық химия: оқулық .- Алматы: Экономика, 2011.- 473 б.

[12] Исмаилова А., Злобина Е., Долгова Н.Аналитикалық химия пәні бойынша зертханалық жұмыстардың әдістемелік нұсқаулары және тапсырмалары. 2012

[13] Тагиев И.И. , Ибрагимова И.Ш., Бабаев А.М. Ресурсы минеральных и термальных вод Аз-а , «Чашигоглы», Баку, 2001,168 с.

Ибрагимова Э.К., Абдраимова К.Т.

Химический состав подземных термальных вод туркестанского региона и их влияние на организм человека

Абстракт: Во многих регионах страны есть много источников минеральной воды извергающие из глубины земли , которые обладают целебными свойствами. Эти термальные воды химически, газообразны и минерализованы. В статье описывается химический состав термальных вод вблизи Туркестана и их специфика. В наши дни жители используют эти источники воды в лечебных целях. Изучая результаты исследования, необходимо выделить приоритетные направления для реализации различных мероприятий по развитию лечебно-оздоровительного туризма в Туркестане.

Ключевые слова: термальные воды, лечебные заведения, болезнь, бальнотерапия, туризм.

УДК 621.855

O. Zharkevich, J. Tolganai, A.Toleuova, O.Nurzhanova
(Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan
E–mail: zharkevich82@mail.ru)

RESEARCH OF THE STRESSED - DEFORMED STATE OF PLATES OF A CATODOPENING MACHINE

Abstract. This article describes the purpose of the production of LLP «KAZMinerals Aktogay». The device cathode-stripping machine is described. As a result of the observation, the number of hours of downtime of the cathode-stripping machine was determined. Thanks to the analysis, defects and operating conditions of the machine are identified. The most common defects in the chain of the discharge conveyor of a cathode-stripping machine are deformations and breaks of the chain eye. The article proposes a number of measures to increase the strength of the chain link plate. A machine experiment was conducted to confirm the selection of the indicated improvement option in SolidWorks program. The distributions of stresses, displacements, and deformations for a plate of a chain of a discharge conveyor are established. The results of the research showed that the implementation of the proposed measures will increase the link strength by 1.5 times, reduce downtime and increase the productivity of the cathode-stripping machine by 2 times.

Key words: link, plate, cathode-stripping machine, deformation, stress, displacement

О.М. Жаркевич, Ж. Толганай, А.Р. Толеуова, О.А. Нуржанова
(Карагандинский государственный технический университет, Караганда, Казахстан)

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО - ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПЛАСТИНОК КАТОДОСДИРОЧНОЙ МАШИНЫ

Аннотация: В данной статье приведено назначение производства ТОО «KAZMinerals Aktogay». Описано устройство катодо-сдирочной машины. В результате наблюдения определены количество часов простоев катодо-сдирочной машины. Благодаря проведенному анализу определены дефекты и условия работы машины. Самыми распространенными дефектами цепи разгрузочного конвейера катодо-сдирочной машины являются деформации и разрывы проушины цепи. В статье предложен ряд мероприятий по повышению прочности пластины звена цепи. Проведен машинный эксперимент для подтверждения выбора указанных вариант улучшения в программе SolidWorks. Установлены распределения напряжений, перемещения и деформации для пластины цепи разгрузочного конвейера. Результатами исследований установлено, что внедрение предлагаемых мероприятий увеличит прочность звена в 1,5 раза, сократит время простоев и увеличит производительность катодо – сдирочной машины в 2 раза.

Ключевые слова: пластинка, катодо-сдирочная машина, деформация, напряжения, перемещения

Введение. В металлургической промышленности сдирка катодного цинка - одна из наиболее тяжелых и вредных операций [1].

ТОО «KAZMinerals Aktogay» производит 18 тыс. тонн катодной меди ежегодно. Увеличение производства меди напрямую зависит от надежности оборудования, на котором оно производится. Для производства меди используется катодо-сдирочная машина (КСМ) (рисунок 1).

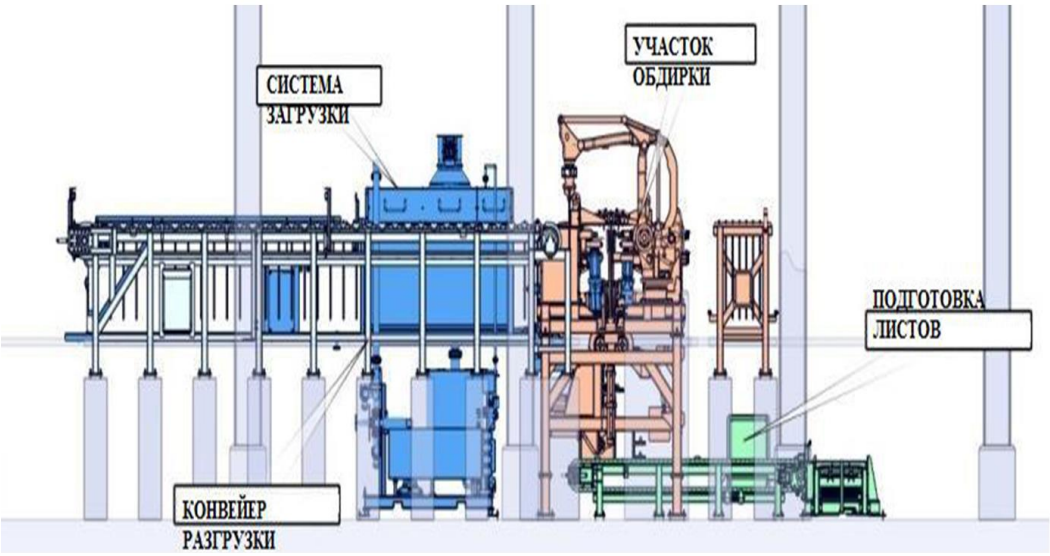


Рис.1. Катодо-сдирочная машина ТОО «KAZMinerals Aktogay»

Важным элементом КСМ является разгрузочный конвейер, который предназначен получить ободранные катоды от станции обдирки и передать их на мостовой кран [2].

Результаты и обсуждение. По результатам наблюдения установлено, что благодаря поломкам разгрузочного конвейера, КСМ имеет значительные простои в работе. На рисунке 2 приведена статистика простоев КСМ за март 2019.

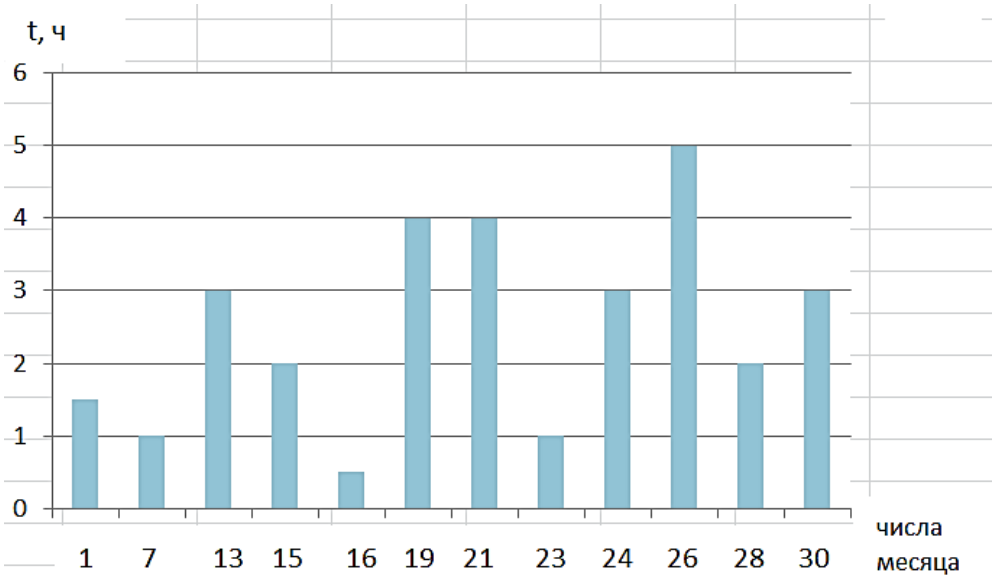


Рис.2. Диаграмма простоя

Используя диаграмму установлено, что в среднем в месяц КСМ простаивает 28 часов.

Для определения причин простоя КСМ был проведен анализ дефектов и условий работы машины. В результате анализа было выявлено, что цепь разгрузочный конвейер (рисунок 2).

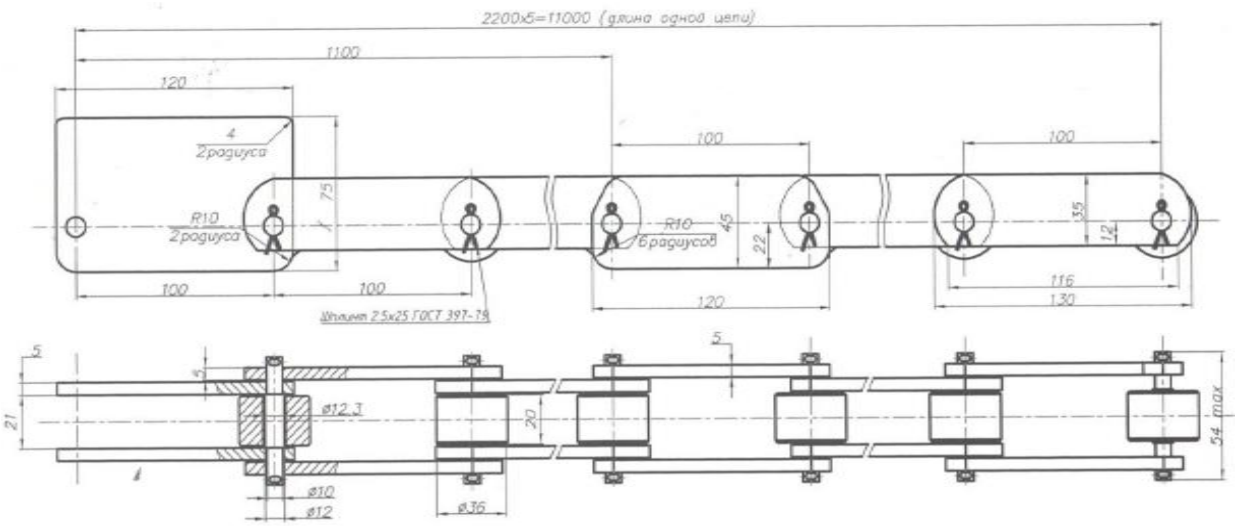


Рис.2. Цепь разгрузочного конвейера КСМ

Самыми распространенными дефектами цепи разгрузочного конвейера КСМ являются деформации и разрывы проушины цепи [3] (рисунок 3).

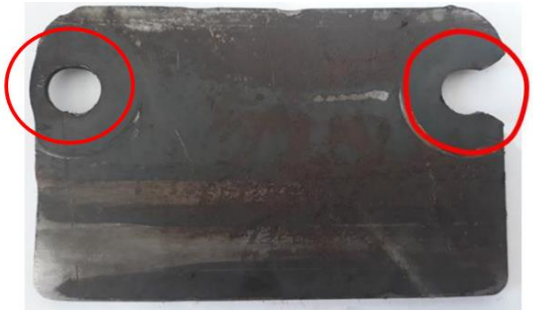


Рис.3. Деформация и излом проушины цепи

Как показывают исследования [4, 5, 6], в условиях эксплуатации, одни из самых распространенных нагрузок, которые вызывают деформации и разрывы проушины цепи, это растягивающая нагрузка и продольное сжимающее нагружение. В тех случаях, когда ожидаемые нагрузки на пластину являются значительными, обеспечение деформации сжатия становится главной заботой конструктора. Некоторые из основных параметров, которые обычно учитываются при проектировании, нагруженных в осевом направлении металлических пластин включают свойства материала, геометрические свойства (соотношение ширины и толщины) конструкции.

Для того чтобы устранить деформацию и разрывы проушины цепи КСМ можно предложить ряд мероприятий по повышению прочности пластины звена цепи:

- замена материала звена цепи Ст50 на Сталь 40Х;
- утолщение стенки звена цепи с 5 до 7 мм;
- смещение центров отверстий звена цепи с каждой стороны к центру на 5 мм.

Ввиду затруднительности и объемности проведения натурного эксперимента проверка с целью проверка этих гипотез была осуществлена с помощью компьютерного моделирования в программе SolidWorks [7, 8].

Благодаря компьютерному моделированию можно определить напряженно-деформированное состояния пластины цепи для разработки мероприятий по повышению прочности и долговечности.

Состояние, при котором внутренние изменения в металле приводят к его разрушению, называется предельным напряженным состоянием [9]. Вывод о надежности конструкции следует делать на основании сопоставления максимальных напряжений, которые могут возникнуть в наиболее опасной точке, с предельно допустимыми значениями для данного материала [10].

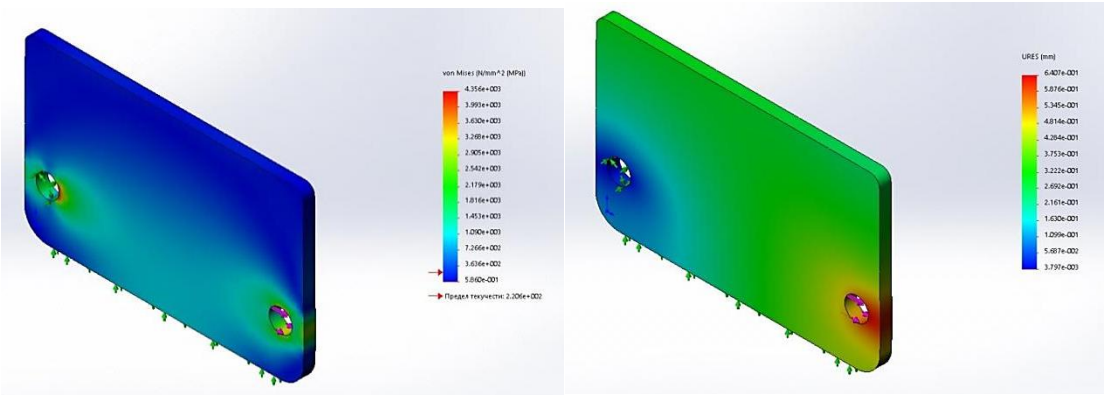
Предельное напряженное состояние конструкции является той границей, за которой недопустима её эксплуатация [11].

Моделирование осуществлялось при следующих параметрах, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – **Параметры моделирования в Solidworks**

Наименование параметра	Значение параметра
Модуль упругости	2.1e+011 Н/м^2
Коэффициент Пуассона	0.28
Модуль сдвига	7.9e+010 Н/м^2
Массовая плотность	7800 кг/м^3
Предел прочности при растяжении	399826000 Н/м^2
Предел прочности при сжатии	345631000 Н/м^2
Предел текучести	220594000 Н/м^2
Коэффициент теплового расширения	1.3e-005/K
Теплопроводность	43 W/(м·K)
Удельная теплоемкость	440 J/(кг·K)

Распределение напряжений, перемещения и деформации для пластинки цепи показаны на рисунках 3 и 4.



а) б)

Рис.3. Напряжения (а) и перемещения (б) в пластине из Стали 40Х

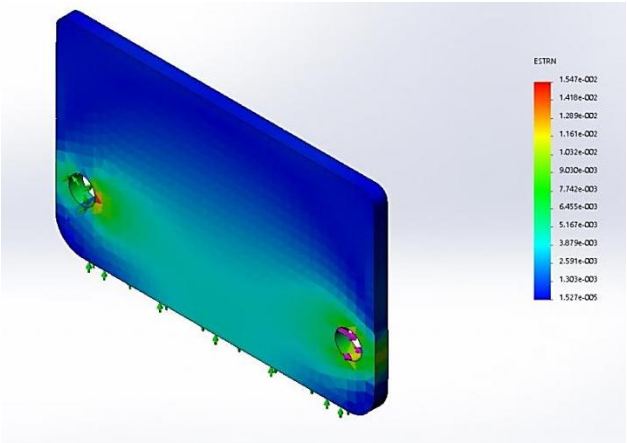
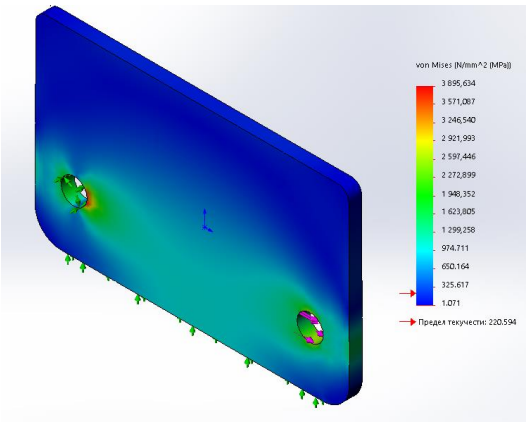
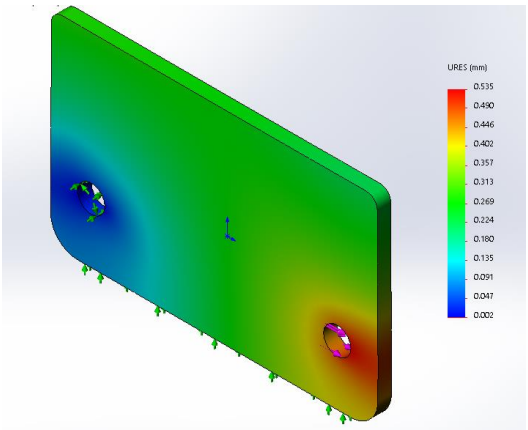


Рис.5. Деформация в пластине из Стали 40Х

Моделирование смещения центров отверстий звена цепи с каждой стороны к центру на 5 мм представлены на рисунках 5 и 6.



а)



б)

Рис.6. Напряжения (а) и перемещения (б) в пластине с расстоянием между отверстиями (90 мм)

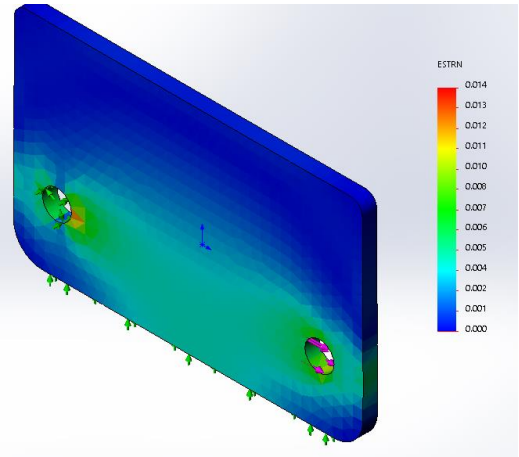
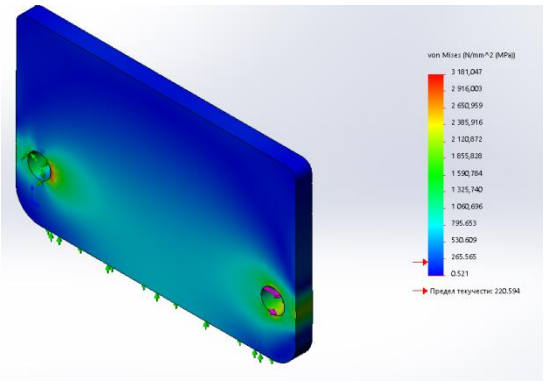
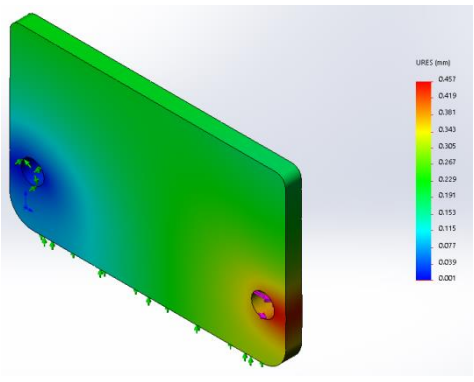


Рис.7. Деформация пластины с расстоянием между отверстиями (90 мм)

Моделирование пластины звена цепи с увеличением толщины стенки до 7 мм показано на рисунках 8 и 9.



а)



б)

Рис.8. Напряжения (а) и перемещения (б) в пастине при толщине 7 мм

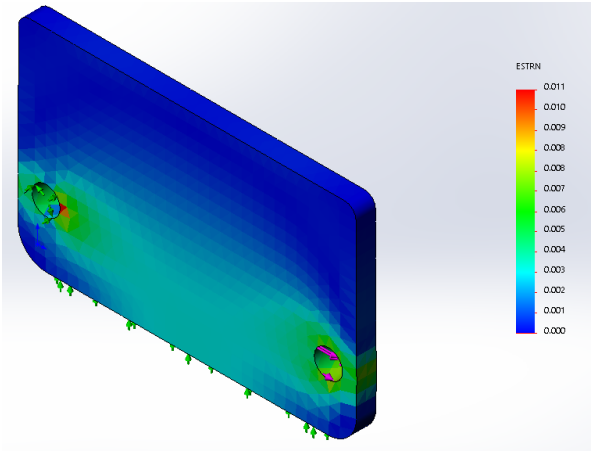


Рис.9. Деформация в пастине при толщине 7 мм

Из рисунка 3 видно, что вокруг проушины напряжения (2,18е + 003 МПа) превышают предел текучести ст50 (2,206е + 002 МПа), что и вызывает вследствии многократных растягивающих нагрузок деформацию и разрыв [12, 13, 14, 15].

Однако выбор оптимального решения для увеличения прочности звеньев, катодо – сдирочной машины, принимая во внимание вышеперечисленные варианты, требует дополнительных исследований.

Выводы.

В результате проведенных исследований установлено, что внедрение хотя бы одного из предлагаемых мероприятий увеличит прочность звена в 1,5 раза, сократит время простоев и увеличит производительность катодо – сдирочной машины в 2 раза.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Кайтуков Г.Ф. Исследование прочности и металлоемкости элементов катодосдирочной машины в САПР APM WIN MACHINE //САПР И ГРАФИКА, 2010. - 3 (161). - P. 81- 83

[2] Dusan Ilic, Craig A. Wheeler Transverse bulk solid behavior during discharge from troughed belt conveyors // Advanced Powder Technology. – 2017. -Volume 28, Issue 9. - P. 2410 - 2430

[3] Жаркевич О.М., Нуржанова О.А., Жунуспеков Д.С. Разработка конструкции усиленного звена цепи конвейера для транспортирования горячекатанных рулонов // Вестник КазНИТУ, 2018. – №2. - С.406 - 413

[4] Onyekachi Ndubuaku , Xiaoben Liu, Michael Martens , J.J. Roger Cheng , Samer Adee The effect of material stress-strain characteristics on the ultimate stress and critical buckling strain of flat plates subjected to uniform axial compression // Construction and Building Materials. – 2018. - 182. – P. 346 - 359

[5] Брызгалин Г.И., Волчок В.М., Горденко А.Е., Познышев С.Д.,Табарин Ю.Г. Многоцелевая оптимизация проушин в шарнирных узлах //Ученые записки ЦАГИ. - 1988. - №6. – С. 74 – 81

[6] Егоров Д.С. Анализ прочности стальных проушин //Сборник докладов XXIII Московской международной межвузовской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. – Москва, 2019. - С. 210 - 213

[7] Gómez-Lópeza L.M., Miguela V., Martínez A., Coelloa J., Calatayu A. Simulation and Modeling of Single Point Incremental Forming Processes within a Solidworks Environment //The Manufacturing Engineering Society International Conference, MESIC 2013, 63. - P. 632 – 641

[8] Iveta Glodováa, Tomáš Lipták, Jozef Bocko Usage of finite element method for motion and thermal analysis of a specific object in SolidWorks environment //Modelling of Mechanical and Mechatronic Systems MMaMS. - 2014. – 96. - P. 131 – 135

[9] Тарасенко А.А., Чепур П.В., Кузовников Е.В., Тарасенко Д.А. Расчет напряженно-деформированного состояния приемо-раздаточного патрубка с дефектом с целью обоснования возможности его дальнейшей эксплуатации //Фундаментальные исследования. – 2014. - № 9, (часть 7). – С. 1471 - 1476

[10] Ojasvi Singha, Vikasa, Satpal Sharma. Analysis and Comparison of Total Deformation of Welded Plates in Tensile and Fatigue Tests using ANSYS. Materials Today: Proceedings 4, 2017. - P. 8409 – 8417

[11] Тарасенко А.А., Чепур П.В., Кузовников Е.В., Тарасенко Д.А. Расчет напряженно-деформированного состояния приемо-раздаточного патрубка с дефектом с целью обоснования возможности его дальнейшей эксплуатации //Фундаментальные исследования, Фундаментальные исследования. - 2014. - № 9 (часть 7). - С. 1471-1476

[12] A. Korsunsky, Giang D. Nguyen, Kyungmok Kim. The analysis of deformation size effects using multiple gauge length extensometry and the essential work of rupture concept //Materials Science and Engineering. - 2006. 423(1). - P.192-198

[13] Жаркевич О.М., Дандыбаев Е.С., Михеев С. Исследование напряженно деформированного состояния пальца шарнирного соединения ковш – рукоять //Вестник КазНИТУ, 2019. – №1. - С. 415 - 420

[14] Mykolas Daunys, Romualdas Dundulis, Sigitas Kilikevičius, Ramūnas Česnavičius. Analytical investigation and numerical simulation of the stress–strain state in mechanically heterogeneous welded joints with a single-V butt weld //Engineering Failure Analysis. - 2016. – 62. – 232 - 241 p.

[15] Sören Ehlers Strain and stress relation until fracture for finite element simulations of a thin circular plate //Thin-Walled Structures, Volume 48, Issue 1, January 2010. - P.1 – 8

Жаркевич О.М., Толганай Ж., Толеуова А.Р., Нуржанова О.А.

Катодсыдыру машина пластиналарының кернеулі-деформацияланған күйін зерттеу

Түйіндеме. Бұл мақалада "KAZMinerals Aktogay"ЖШС өндірісінің мақсаты берілген. Катод-сыдыру машинасының құрылғысы сипатталған. Бақылау нәтижесінде катод-тапсыру машинасының бос тұрып қалу сағаттарының саны анықталды. Жүргізілген талдаудың арқасында машинаның ақаулары мен жұмыс шарттары анықталды. Катод-сыдырғыш машинаның жүк түсіретін конвейері тізбегінің ең көп таралған ақаулары-шынжырдың деформациясы мен тесігінің үзілуі болып табылады. Мақалада тізбек буыны пластинасының беріктігін арттыру бойынша бірқатар іс-шаралар ұсынылған. SolidWorks бағдарламасында жақсартудың көрсетілген нұсқасын таңдауды растау үшін машиналық эксперимент жүргізілді. Жүк түсіретін конвейер тізбегінің пластинасына арналған кернеуді бөлу, орын ауыстыру және деформация орнатылды. Зерттеу нәтижелері бойынша ұсынылған іс – шараларды енгізу буынның беріктігін 1,5 есеге арттырады, бос тұрып қалу уақытын қысқартады және катод-сыдыру машинасының өнімділігін 2 есеге арттырады.

Түйін сөздер: пластинка, катод-сыдыру машинасы, деформация, кернеу, орын ауыстыру.

УДК 004.891.3
МРНТИ 28.23.25

[1]I.M. Uvaliyeva, [2]N.B. Sakko
(D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University, Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan,
E-mail: [1]iuvalieva@ektu.kz, [2]sakkonurb@mail.ru)

OVERVIEW OF INTELLECTUAL DATA ANALYSIS METHODS TO SUPPORT MEDICAL DECISION MAKING

Abstract. Currently, due to the increase in the volume of various data, there is a need for proper data processing and analysis. This article provides an overview of existing methods and models for medical decision supporting system and describes the importance of using data mining methods for the tasks of medical systems. The article also mentions the problems inherent in the field of medicine when working with big data.

Key words: Big Data, Data Mining, medical data, medicine, big data analytics.

[1]И.М. Увалиева, [2]Н.Б. Сакко
(Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д.Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан,
E-mail: [1]iuvalieva@ektu.kz, [2]sakkonurb@mail.ru)

ОБЗОР МЕТОДОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ МЕДИЦИНСКИХ РЕШЕНИЙ

Аннотация. В настоящее время в связи с ростом объема различных данных, возникла необходимость их правильной обработки и анализа. В статье проводится обзор существующих методов и моделей поддержки принятия медицинских решений, также описаны важности применения интеллектуальных методов анализа для задач медицинских систем, а также проблемы присущие сфере медицины, при работе с большими данными.

Ключевые слова: большие данные, Data Mining, медицинские данные, медицина, интеллектуальный анализ данных, аналитика больших данных.

На сегодняшний день медицинская сфера обладает большими объемами медицинской информации, которые требуют надлежащей обработки и дальнейшего применения в диагностике и лечении различных заболеваний. Развитие компьютерных технологии дает огромные возможности сбора, обработки, управления и исследования медицинской информации для лучшего понимания сложных биологических процессов жизни и содействия решению проблемы диагностирования и лечения в медицинских учреждениях.

Точная и беспроблемная диагностика и лечение, получаемая пациентами также является одной из главных проблем медицинского обслуживания. Поэтому системы поддержки принятия медицинских решений на основе различных методов анализа данных становятся популярными инструментами для медицинских исследователей, которые стремятся выявлять и использовать шаблоны и отношения между большим числом переменных и быть в состоянии предсказать определенное заболевание и результаты применяемого лечения.

Развитие технологии в современном мире и компьютеризация общества расширила возможности сбора данных из различных источников. Данные заполонили практически все сферы деятельности: научные данные, медицинские данные, финансовые, демографические и т.д. Количество данных обрело такие масштабы, что человек физически не успевает их анализировать. Интеллектуальный анализ данных (англ. “Data Mining”) позволяет обрабатывать большие данные и извлекать из них ранее неизвестные и нетривиальные знания, необходимые для принятия решений в различных сферах человеческой деятельности. Основная цель интеллектуального анализа данных состоит в извлечении скрытых знаний из очень больших наборов данных, которые невозможно наблюдать с помощью простого статистического анализа [1]. Фактически, процесс интеллектуального анализа данных позволяет владельцам больших данных лучше понять зависимость между атрибутами выборок в большом наборе данных и интерпретировать процессы подсистемы, а также создавать законы и предсказания поведения соответствующей подсистемы. Существуют 3 основных категории аналитики данных (рис. 1):

– описательная – описывает текущее состояние объекта;

– прогностическая – строит гипотезы и прогнозы относительно будущих событий;

– предписывающая – поиск оптимальных решений.

Рис.1. Виды аналитики данных

Процессы интеллектуального анализа данных показаны на рис. 2, и включают в себя формулировку гипотезы, сбор данных, выполнение предварительной обработки, построение модели, интерпретацию модели и вывод [2].

Системы медицинского назначения – это комплекс информационных систем, который будет работать и выдавать корректные результаты, только в тех случаях если будет организован процесс поддержки принятия решений с точки зрения информационных систем и медицины в совокупности.

Рис.2. Процесс интеллектуального анализа данных

Индустрию здравоохранения можно считать богатой данными, поскольку она генерирует огромные объемы данных. Клинические базы данных могут быть классифицированы как большие данные, включающие большое количество информации о пациентах и их состояниях здоровья. Однако огромное количество медицинских данных не обработано. Эти данные неоднородны, и очень часто они хранятся в разных форматах данных. Большие данные в здравоохранении и медицине относятся к этим различным большим и сложным данным, которые трудно анализировать и обрабатывать с помощью традиционного программного или аппаратного обеспечения. Применение интеллектуальных методов анализа на этих данных может улучшить обслуживание пациентов, раньше выявлять распространяющиеся заболевания, генерировать новое понимание механизмов заболеваний, контролировать качество медицинских учреждений и учреждений здравоохранения, а также предоставлять более эффективные методы лечения.

При работе с большим объемом медицинских данных возникает необходимость в использовании системы комплексного интеллектуального анализа данных, которая могла бы агрегировать и анализировать разнотипную информацию, поступающую от различных объектов медицинской организации. Из-за больших объемов входных данных такая система должна правильно использовать существующие технологии работы с большими данными. Анализируемые данные должны собираться в определенной организованной форме. С помощью информационных технологий собранные данные интегрируются в медицинскую информационную систему. Записи о ходе лечения миллионов пациентов могут храниться и компьютеризироваться, а медицинские учреждения будут иметь возможность анализировать эти данные. Тем самым, ускоряя процессы постановки диагноза и принятия терапевтических решений.

Методы интеллектуального анализа могут быть применены для построения моделей принятия решений для таких процедур, как прогнозирование, диагностика и планирование лечения, которые после проверки и оценки могут быть встроены в клинические ИС [3].

Существует ряд исследований, в которых подробно изложены работы авторов по использованию методов интеллектуального анализа данных в медицине [4-9]. В работе [8] делается не только обзор литературы в данном направлении, но и рассматриваются проблемы и предстоящие задачи применения методов интеллектуального анализа данных в медицине. В качестве элемента исследования методов интеллектуального анализа данных рассматриваются вопросы разработки методов ИАД на основе обзора литературы и классификации статей за последние десятилетия, так как этот период важен тем, что в течении этого времени наблюдается распространение методов ИАД, используемых в медицинской отрасли [10]. Сделан обзор предыдущих попыток разработки компьютерных клинических диагностических инструментов и обсуждаются проблемы, возникающие при разработке, внедрении, оценке и поддержании систем поддержки принятия решений по клинической диагностике [11].

Авторы исследования [12] сделали следующие выводы:

1) улучшение точности применения систем поддержки принятия медицинских решений может быть возможным путем моделирования неопределенных и временных данных, исследований алгоритмов вывода, интеграции информации о пациентах из разных источников и улучшения алгоритмов профилирования генов;

2) для оценки характеристик методов требуется сравнительная оценка различных методов моделирования, которые могут помочь разработчикам в выборе техники для решения конкретной медицинской проблемы;

3) оценки применений систем поддержки принятия медицинских решений в клинических условиях необходимы для содействия использованию врачами этих вспомогательных средств для принятия решений.

Существуют также интегрированные системы, которые связывают решение о лечении с решением, о диагностике [13,14]. Таким образом, система оказания медицинской помощи меняется во многих отношениях. Технологические достижения открывают возможности для оптимизации принятия решении по диагностированию заболевания и по уходу за пациентами. Клинические информационные системы имеют потенциал для решения многих проблем, возникающих в области здравоохранения, а именно, управление большими объемами данных о пациентах и ведение научных исследовании на основе этих данных.

В обзорной работе [15] авторы дают сравнительный анализ различных экспертных систем, где основной упор делается на рассмотрении использованных методов. Авторы утверждают, что точность и другие параметры экспертной системы зависят от базы знаний. Особое внимание следует уделять приобретению знаний - этапу, на котором происходит их накопление. Наиболее эффективными являются медицинские экспертные системы на основе методов теории нечетких множеств, нейронных сетей и на основе базы правил.

Поскольку существуют разные наборы данных для разных заболеваний, и наборы данных могут иметь разные характеристики, диапазон низкой достоверности должен быть определен конкретно. Кроме того, требуемый набор данных для проверки структуры системы должен состоять из клинических измерений, фактического класса, фактического осуществленного лечения и фактического эффекта от лечения [13].

Аналитика больших данных в медицине и здравоохранении включает в себя интеграцию и анализ большого количества структурированных и неструктурированных сложных разнородных данных (рис. 3), таких как различные данные (геномика, эпигеномика, транскриптомика, протеомика, метаболомика, интерактомика, фармакогеномика, дезасомика), биомедицинские данные и данные электронных медицинских карт.

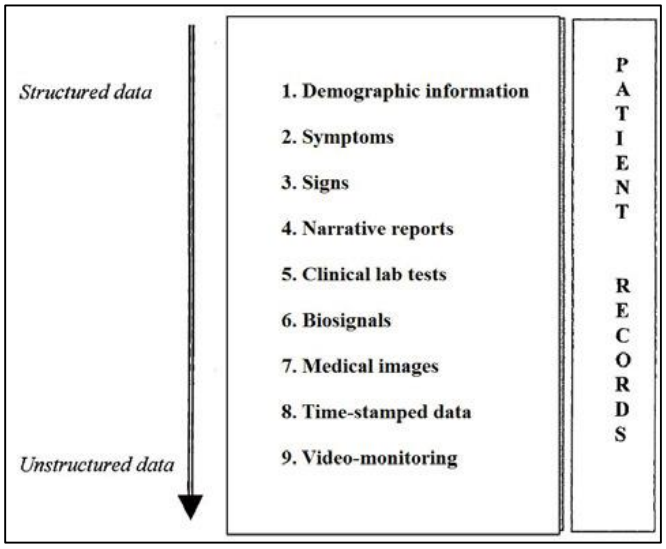


Рис.3. Пример структурированных и неструктурированных медицинских данных

В целом, области медицинских наук, где можно применить интеллектуальный анализ данных, можно разделить на следующие категории [16]:

– выявление сложных механизмов различных подсистем организма и их взаимодействия друг с другом;

– выявление людей, которые подвержены риску заболеваний генетической предрасположенности или вызванных факторами окружающей среды;

– оценка взаимодействия лекарственных средств;

– создание систем поддержки принятия решений, особенно в ситуациях, когда заболевание является многофакторным, в чрезвычайных ситуациях или в острых фазах заболевания;

– выявление недостатков и возможностей диагностики и лечения;

– поиск лучших методов выявления заболеваний и травм, в особенности для пациентов в критических состояниях.

– построение модели для определения уровня компетентности медицинского персонала;

– обнаружение факторов, связанных с мошенничеством в сфере медицинского страхования [17].

Одним из применений интеллектуального анализа данных является определение взаимодействия нескольких лекарственных средств. Дело в том, что при одновременном или последовательном применении двух и более препаратов, эффект от препарата на организм может подвергаться количественному или качественному изменению. Знания о взаимодействии лекарств обычно возникают в результате доклинических испытаний, из сообщений о побочных эффектах или на основе знаний о механизмах действия препаратов. В одном из исследовании датские ученые попытались выяснить, будут ли обнаружены взаимодействия между лекарственными средствами без предварительных гипотез с использованием интеллектуального анализа данных [18]. Было изучено 200 групп препаратов у более чем 13500 пациентов. Исследователи обнаружили 87 возможных взаимодействий лекарств. Данное исследование было проведено для сердечно-сосудистых препаратов, однако оно может применяться и для других фармацевтических средств.

Предсказательная аналитика является одной из ключевых категории интеллектуального анализа. В работе «The Necessity of Data Mining in Clinical Emergency Medicine» [19] иранскими учеными из технического университета прикладных наук было проведено научное исследование, целью которого является использование предиктивных алгоритмов для прогнозирования травм пациентов, чтобы иметь возможность заранее обеспечить необходимые меры для пациентов с травмами, не доводя их до критического состояния.

Помимо возможностей и примеров применения интеллектуального анализа данных следует отметить проблемы и трудности, которые могут возникнуть в ходе работы. Медицинские данные могут быть получены из различных источников, таких как беседы с пациентами, лабораторные результаты и интерпретация врачей. Это приводит к тому, что необработанные данные о здоровье огромны и неоднородны [20], что является одной из самых главных проблем.

Для демонстрации возможностей применения интеллектуального анализа данных для поддержки принятия медицинских решений были проанализированы физико-химические свойства набора данных третичной структуры белка. Анализ был проведен на 45 730 записях, которые включили следующие показатели:

RMSD-мера среднего расстояния между атомами (обычно атомы основы) добавленных белков;

F1 - общая площадь поверхности;

F2 - неполярная открытая область;

F3 - дробная площадь открытого неполярного остатка;

F4 - дробная площадь открытой не полярной части остатка;

F5 - молекулярная масса, взвешенная экспонированная площадь;

F6 - среднее отклонение от стандартной открытой площади остатков;

F7 - евклидово расстояние;

F8 – зависимость от вторичной структуры;

F9 - ограничения пространственного распространения (значение n, k).

Нужно определить закономерность между молекулярной массой показатель F5, среднеквадратичным отклонением RMSD и общей площади поверхности F1. После загрузки данных были проведены очистка данных, спектральная обработка (рисунок 3).

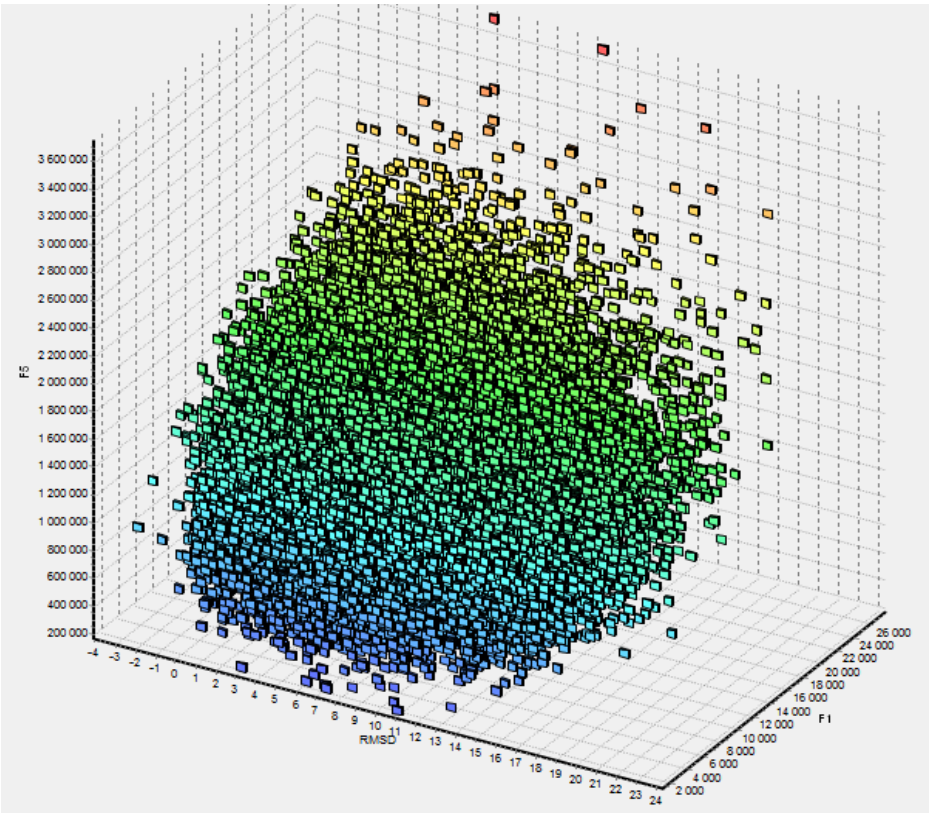


Рис.4. Результаты экспектральной обработки данных

Кластерный анализ – это метод классификационного анализа, которое направлено на разбиение множества исследуемых объектов и признаков на однородные в некотором смысле группы, или кластеры. Это многомерный статистический метод, поэтому предполагается, что исходные данные могут быть значительного объема, т.е. существенно большим может быть как количество объектов исследования (наблюдений), так и признаков, характеризующих эти объекты [9].

Для реализации кластеризации был выбран алгоритм K-MEANS. Задача кластеризации применяется для автоматического разбиения элементов некоторого множества на группы в зависимости от схожести их свойств. Данная задача выполняет предварительную подготовку данных для дальнейшего анализа каждой выявленной группы в отдельности. Одним из наиболее распространенных и простых алгоритмов кластеризации является алгоритм K-MEANS. Этот алгоритм основан на оптимизации суммы квадратов взвешенных отклонений координат объектов от центров искомых кластеров [10].

Основным определяющим состав кластера фактором является значимость свойств, выраженная в процентах. Общая значимость рассматриваемого поля определяется вариабельностью ее рассматриваемых параметров. Значимость для непрерывных и дискретных полей определяется по разному. Значимость для непрерывных полей устанавливается в зависимости от отклонения среднего значения рассматриваемой группы кластеров от общего среднего всей выборки, чем больше выражено данное отклонение, тем больше его значимость. Значимость для дискретных полей определяется наличием индивидуальных различий, между рассматриваемыми группами, чем больше выражены различия тем больше значимость [21].

Для каждого рассматриваемого свойства в кластере вычисляется: доверительный интервал, среднее, стандартное отклонение и стандартная ошибка (рисунок 5).

По рисунку 5 можно сделать вывод, что с кластеризации алгоритмом K-Means было выделено 5 основных кластеров молекулярных масс. Всего записей 45 730 из них к кластеру 1 относится 12 146 записей, к кластеру 2 относится 11 108 записей, кластеру 3 относится 7970 записей, кластеру 4 относится 7417 записей и кластер 5 – 7089 записей.

Кластеры		2	3	4	0	1	Итого
		12146 (26,6%)	11108 (24,3%)	7970 (17,4%)	7417 (16,2%)	7089 (15,5%)	
Поля	Показатели						
9.0 F1	Значимость	100,0%	100,0%	100,0%	99,6%	100,0%	100,0%
	Доверительный интервал						
	Среднее	7778,94768	8143,721605	12834,29781	9785,400683	12923,61256	9871,566104
	Стандартн. откл.	1557,648279	1558,90788	2057,997465	2274,40714	2002,363063	2880,363658
	Стандартн. ошиб.	14,13359887	14,79116959	23,05237494	26,40912855	23,78210747	13,4693526
9.0 RMSD	Значимость	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	Доверительный интервал						
	Среднее	8,979974517	3,70250723	9,08275954	14,54780132	3,364222392	7,748476477
	Стандартн. откл.	1,667241144	1,847496552	1,899807479	2,060694671	1,849265504	4,310760419
	Стандартн. ошиб.	0,01512800923	0,0175293455	0,02128043162	0,0239276203	0,02196376459	0,0201582713

Рис.5. Результат кластеризации по молекулярной массе

Использование интеллектуального анализа данных в медицине представляет большой интерес как будущее медицинской индустрии. Несмотря на ряд препятствий, таких как сложная природа медицинских данных, на сегодняшний день существуют множества успешных примеров его применения. Потенциал, который имеется в глубинном анализе данных, способен решить ряд различных проблем не только в сфере медицины, но и во всех сферах жизнедеятельности.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Han, J.; Kamber, M.; Pei, J. Data mining concepts and techniques, 3rd ed. –Morgan Kaufmann Publishers, 2012 – 8 с.

[2] Adnan, M.; Husain, W.; Rashid, N. Data mining for medical systems: a review // ACIT – 2012. – С. 17.

[3] Bellazzi, R., & Zupan, B. (2008) Predictive data mining in clinical medicine: Current issues and guidelines. International Journal of Medical Informatics 77(2):81-97. DOI: 10.1016/j.ijmedinf. 2006.11.006

[4] Gozali, E., Rahimi, B., Sadeghi, M., & Safdari, R. (2017) Diagnosis of diseases using data mining. Medical Technologies Journal, Vol. 1, № 4. DOI: 10.26415/2572-004X-vol1iss4p120-121

[5] Sen, I., & Khandelwal, K. (2018) Data Mining in Healthcare. Project: RSC Market Analysis. DOI: 10.13140/RG.2.2.22189.38887. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/322754945_DATA_MINING_IN_HEALTHCARE

[6] Niaksu, O., & Kurasova, O.(2012) Data Mining Applications in Healthcare Theory vs Practice. In Proceedings of Conference: Baltic DB&IS 2012. Vilnius, Lithuania: Vol-924

[7] Yoo, I., Alafaireet, P., Marinov, M., Pena-Hernandez, K., Gopidi, R., Chang, J., & Hua, L. (2011) Data Mining in Healthcare and Biomedicine: A Survey of the Literature. Journal of Medical Systems 36(4):2431-48. DOI: 10.1007/s10916-011-9710-5

[8] Iavindrasana,J., Cohen, G., Depeursinge, A., Miller, H., Meyer, R., & Geissbuhler, A.(2009) Clinical Data Mining: a Review. Methods of Information in Medicine. DOI: 10.1055/s-0038-1638651

[9] Chen, L-Y., & Fawcett T. Using Data Mining Strategies in Clinical Decision Making: A Literature Review. CIN Computers Informatics Nursing 34(10):1. DOI: 10.1097/CIN.0000000000000282

[10] Jothi, N., Abdul Rashid, N,, & Husain W. (2015) Data Mining in Healthcare – A Review. Procedia Computer Science 72:306-313. DOI:10.1016/j.procs.2015.12.145

[11] Kala, R., Shukla, A., Tiwari, R. (2010) Hybrid Intelligent Systems for Medical Diagnosis. In book: Intelligent Medical technologies and Biomedical Engineering: Tools and Applications. Chapter: 9, Publisher: IGI GlobalEditors

[12] Wagholikar, K., Sundararajan, V., & Deshpande, A. (2011) Modeling Paradigms for Medical Diagnostic Decision Support: A Survey and Future Directions Journal of Medical Systems 36(5):3029-49. DOI: 10.1007/s10916-011-9780-4

[13] Li, Y., Chou, Ch-A., & Wang, H. (2015) A Machine Learning Based Intelligent System for Diagnosis and Treatment. Conference: IIE Annual Conference & Expo 2015, At: Nashville, USA

[14] Hamouda, SKM., Abo El Ezz HR., & Wahed ME. (2017) Intelligent System for Predicting, Diagnosis and Treatment of Breast Cancer. International Journal of Biomedical Data Mining 06(02). DOI: 10.4172/2090-4924.1000128

[15] Bellazzi, R., Ferrazzi, F., & Sacchi, L. (2011) Predictive data mining in clinical medicine: A focus on selected methods and applications. Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery 1(5):416-430. DOI:10.1002/widm.23

[16] Parva, E., Boostani, R., Ghahramani, Z., & Paydar, S. The necessity of data mining in clinical emergency medicine; A narrative review of the current literature // Bulletin of emergency and trauma 5(2) – 2017 – C. 90-95.

[17] Joudaki, H., Rashidian, A., Minaei-Bidgoli, B., Mahmoodi, M., Geraili, B., Nasiri, M., & Arab, M. Using data mining to detect health care fraud and abuse: a review of literature // Global journal of health science, 7(1), – 2014 – C. 194-202.

[18] Hansen, P.W.; Clemmensen, L.; Sehested T.S.G.; Fosbøl, E.L.; Torp-Pedersen, C.; Køber, L.; Gislason, G.H.; Andersson, C. Identifying drug–drug interactions by data mining // Circulation: cardiovascular quality and outcomes 9(6) – 2016 – C. 621–628

[19] Remy, N.M.; Martial, T.T.; Clementin, T.D. The prediction of good physicians for prospective diagnosis using data mining // Informatics in Medicine Unlocked 12 – 2018– C. 120-127

[20] Kumar, C.S.; Govardhan, A; Srinivas, B.S. Data mining issues and challenges in healthcare domain // International journal of engineering research & technology (IJERT) 3(1) – 2014 – C. 857-861

[21] Болотова Л.С. Системы и методы искусственного интеллекта: модели и технологии, основанные на знаниях/ Л.С. Болотова. – М.: Финансы и статистика, 2012. – 664 с.

Увалиева И.М., Сакко Н.Б.

Медициналық шешімдерді қабылдауды қолдау үшін деректерді заяткерлік талдау әдістерін шолу

Түйіндеме. Қазіргі таңда түрлі деректер көлемінің ұлғаюына байланысты, олардың лайықты түрде өңделуі мен талдалуында қажеттілік туындап отыр. Мақалада медицинадағы шешім қабылдау жүйесінде қолданылатын әдістер мен модельдерге шолу жүргізілді, интеллектуалдық анализ әдістерінің қолданылуының маңыздылығы және үлкен деректермен жұмыс жасау барысындағы медицина саласына тән мәселелер сипатталды.

Түйін сөздер: Үлкен деректер, деректердің интеллектуалдық анализі, медициналық деректер, медицина, үлкен деректер аналитикасы.

УДК 669-122.3

A.R. Toleuova, B.K. Balbekova, N.B. Kulgarova
(Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan
E-mail: rymkul.ainagul@mail.ru)

TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE PRODUCTION OF COLD-ROLLED STEEL FOR ENAMELLING

Abstract. The article discusses the technological parameters of the production of cold-rolled steel, ensuring the absence of steel's tendency to form a fish scale defect after enameling.

Key words: steel, properties, defect, "fish scale", enameling.

А. Толеуова, Б.К. Балбекова, Н.Б. Кулгарова
(Карагандинский государственный технический университет, Караганда, Казахстан
E-mail: rymkul.ainagul@mail.ru)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОИЗВОДСТВА ХОЛОДНОКАТАННОЙ СТАЛИ ПОД ЭМАЛИРОВАНИЕ

Аннотация. В статье рассматриваются технологические параметры производства холоднокатаного проката, обеспечивающие отсутствие склонности стали к образованию дефекта «рыбья чешуя» после эмалирования.

Ключевые слова: сталь, свойства, дефект, «рыбья чешуя», эмалирование

Введение

Важную роль в промышленности развития листопрокатного производства занимает непрерывное увеличение холоднокатаной листовой стали, требованиями к которому являются высокая пластичность, обеспечивающая возможность холодной прокатки и штамповки без образования разрывов, трещин и других дефектов, хорошая свариваемость и низкая стоимость.

Технология эмалирования заключается в нанесении на поверхность изделий из стали специального защитного слоя, который отличается хорошими эстетическими свойствами. Эмаль, используемая для обработки металлов, представляет собой пасту либо порошкообразное вещество, в состав которого входит стекло [1]. В процессе плавления эмаль приваривается к металлическим поверхностям, образуя прочный и достаточно долговечный защитный слой.

Промышленное эмалирование металлов – это сложный и трудоемкий процесс, который подразумевает наличие современного высокоточного оборудования и качественных материалов для создания прочных покрытий.

Как известно, сталь, используемая для эмалирования должна обладать высокой эмалируемостью. Изготовленные изделия должны иметь высокую стойкость против образования дефекта, как «рыбья чешуя» (рис.1). Дефект «рыбья чешуя» образуется на эмалированном изделии в результате откола эмали и вызван выделением водорода из металла. Обеспечение отсутствия дефекта «рыбья чешуя» - это сложная задача при производстве холоднокатаного проката для эмалирования.

Рис.1. Дефект «рыбья чешуя», внешний вид

Механизм образования дефекта «рыбья чешуя» объясняется протеканием на границе раздела эмаль-сталь во время обжига покрытия реакций с выделением водорода. Так как при нанесении эмалевого покрытия на стальную основу на границе раздела эмаль-сталь протекают химические реакции, сопровождающиеся выделением водорода, азота, окиси углерода и других газопродуктов загрязнения технологического порядка. Воздействие водорода на границе эмаль-сталь, можно контролировать с помощью известных технологических приемов эмалирования. Зависящая от состояния эмали после отжига, «пузырьковатая» структура, которая находится на границе раздела, является важным фактором. Если эмаль после обжига не имеет «пузырьковатую» структуру, то она склонна к образованию дефекта «рыбья чешуя». Но после недостаточного обжига эмаль из-за непрочности сцепления склонна к образованию дефекта «рыбья чешуя». Медленное прохождение охлаждения эмалированных металлических изделий преобладает преимуществом, так как вода, образующаяся по нижеуказанной реакции железа с водой, может встроится в виде групп ОН в структуру эмали.

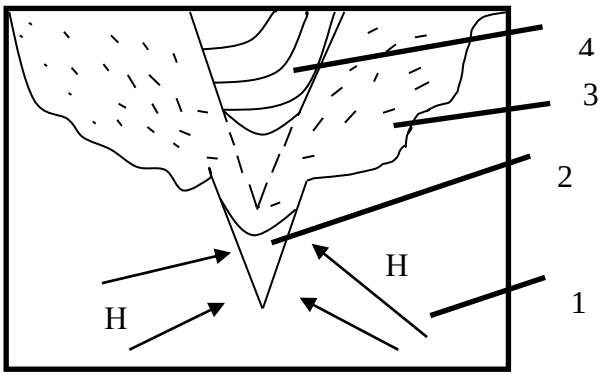


Рис.2. Схема образования рыбьей чешуи на эмалевом покрытии:
1 – сталь; 2 – микропустота; 3 – эмаль; 4 – откол эмали в виде рыбьей чешуи

Причина образования дефекта эмалевого покрытия кроется в технологическом процессе эмалирования, составе самой эмали и исходном материале, в частности используемой листовой стали и обусловлено десорбцией водорода.

Значительное влияние имеют наличие ловушек водорода в металле. Под ловушками подразумеваются области в структуре металла (стали), в которых атомы водорода обладают пониженной энергией по сравнению с нормальными его позициями в решетке [3]. Примерами ловушек могут служить остроугловые межзеренные и межфазные границы, микропоры и другие микронесплошности. С этой точки зрения наиболее благоприятна малотекстурованная сталь с равноосными зернами феррита и большое значение имеет форма и расположение цементита. Данная структура металла обеспечивает необходимый показатель водородного охрупчивания (коэффициент наводораживания), характеризующий способность стали к эмалированию. Из многолетнего опыта установлено – при показателе водородного охрупчивания более 45% сталь не склонна к образованию «рыбьей чешуи» после нанесения эмалевого покрытия [4].

Исходя из этого, пригодность стали для эмалирования зависит как от состава, так и от состояния поверхности. Основной причиной появления дефектов эмалевых покрытий стальных изделий является водород, в том или ином виде находящийся в стали. Его содержание падает до приемлемого уровня при 0,04 – 0,06 % углерода в стали.

Так как наиболее выгодная для эмалирования микроструктура поверхности образуется при холодной прокатке за счёт микропустот и микротрещин, во избежание дефекта, для эмалирования используются преимущественно холоднокатаные стали с содержанием углерода менее 0,1% (посуда и пр.) [5].

Проведенные работы совместно с АО «АрселорМиттал Темиртау» [6-9], выпускающих листовую сталь под эмалирование, позволили определить оптимальные технологические параметры получения из низкоуглеродистой непрерывно-литой стали холоднокатаного проката, пригодного для эмалирования. Технология базируется на марке стали 08ЮР микролегированной бором с содержанием в стали 0,001-0,004% и прокатанной в горячем состоянии при температурах конца прокатки 840-880^{0}С и смотанной при температурах 700-740^{0}С.

Химический состав стали, механические свойства и микроструктура, представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. **Химический состав стали марок 08ЮР и DC04EK**

Марка стали	Химический состав стали, %										
	C	N	I	S	P	Cr	Ni	Cu	Al	N	B
08ЮР	0,05 0,07	0,24-0,31	0,01-0,02	0,012-0,025	0,008-0,018	0,02-0,04	0,02-0,06	0,03-0,07	0,025-0,050	0,004 -0,007	0,001-0,0017
	0,04-0,078	0,28-0,30	0,015-0,027	0,014-0,026	0,008-0,013	0,02-0,04	0,02-0,04	0,03-0,06	0,036-0,051	0,005-0,006	0,001-0,0017
DC04EK	0,06	0,24	0,01	0,018	0,009	0,03	0,03	0,06	0,03	0,006	-

Таблица 2. **Характеристики проката марки 08ЮР и DC04EK**

Марка стали	Н, мм	Механические свойства				Микростр.		Показ. водор. охруп.
		Удл., %	HR30T HR15T	Лунка, мм	Ra, км	Балл зерна	ССЦ	
08ЮР	1,67	40 – 42,5	46 – 53	12,2 -12,8	1,6 – 2,0	7,8 – 9,8	1в- 3б, в осн. 2б	50,8 – 81,1
		38-41	41-50	12,8-13,2	0,9-1,6	8,7 –8,9	1,5б-3б	52,3-68,6
	0,8	36	76	11,4	1,6	8	2б	73
DC04EK	0,5	39	-	9,5	-	9,8	2	-

Методы

Традиционно технология эмалирования состоит из этапов нанесения дисперсной мелкозернистой эмалевой массы (фритты) на предварительно подготовленную металлическую основу, закрепляемой сушкой и монотонным отжигом в проходных печах.

В условиях АО «АрселорМиттал Темиртау» были проведены специальные исследования [10].

Для разработки технологии производства холоднокатаного проката для эмалирования были проведены:

- анализ собственного опыта производства слиточной стали и непрерывно-литого металла;
- анализ требований потребителей к прокату на основе требований контрактов потребителей, зарубежных стандартов;
- анализ опыта российских производителей на основе аналитического обзора, сертификатов качества и исследований образцов ММК стали марки 08ЮР.

Исследования по оценке получения различных свойств холоднокатаного проката марки стали 08ЮР, проводились на опытных партиях, в том числе на прокате, отгружаемом по опытным лотам. Для обеспечения регламентированных свойств в соответствии с контрактами была подготовлена временная технологическая инструкция.

На соответствующем оборудовании, по аттестационным и дополнительным испытаниям, проводилась оценка механических характеристик каждой партии отжига. По аттестационным испытаниям оценивались показатели предела текучести, прочности, относительного удлинения, твердости, лунки и шероховатости. По факультативным испытаниям оценивались штампуемые показатели (R, N) и показатель наводораживания. Для оценки равномерности свойств образцы для испытаний отбирались по длине нижнего рулона в садке колпаковых печей каждой партии, так как данный рулон является аттестационным и имеет наибольшую неравномерность механических характеристик.

Результаты и их обсуждение

Установлена зависимость между показателем водородного охрупчивания (определяемого отношением количества перегибов до и после травления) и уровнем брака по «рыбьей чешуе» после нанесения эмалевого покрытия. При показателе водородного охрупчивания холоднокатаного проката

менее 10% брак по рыбьей чешуе достигает более 80%, а при его значении 45% и более брак по «рыбьей чешуи» отсутствует (рис. 3).

Оптимальная структура стали, обеспечивающая качество эмалевого покрытия, характеризуется равноосным зерном феррита 7-9 баллов, структурно-свободным цементитом 1,5-3,0 баллов.
Необходимый показатель водородного охрупчивания и оптимальная структура холоднокатаной стали марки 08Ю обеспечивается содержанием Al<=0,06% (при более высоком содержании наблюдается обильная и более крупная «рыбья чешуя»), температурой смотки рулонов после горячей прокатки 640-680^{0}С, суммарными обжатиями при холодной прокатке не менее 57%, обжатиями при дрессировке 0,6-0,7% (рис. 4).

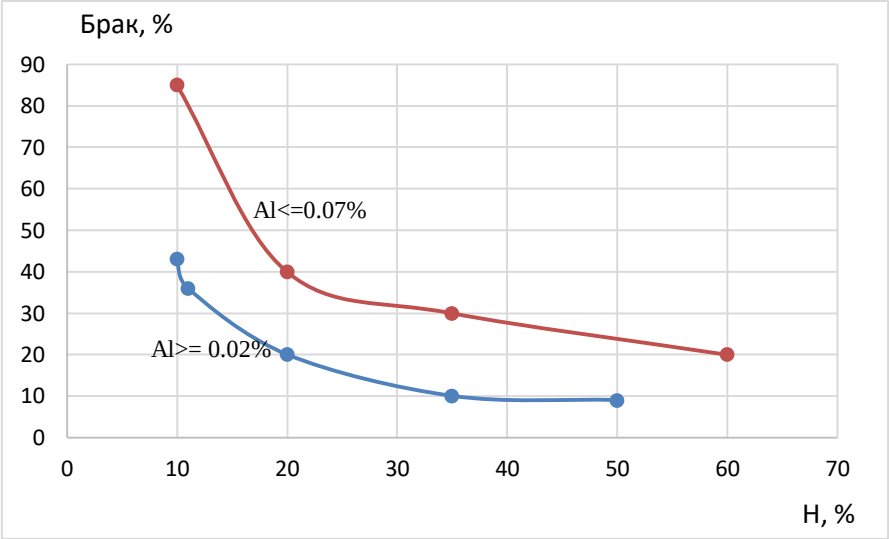


Рис.3. Зависимость между браком по «рыбьей чешуе» и показателем водородного охрупчивания (Н)

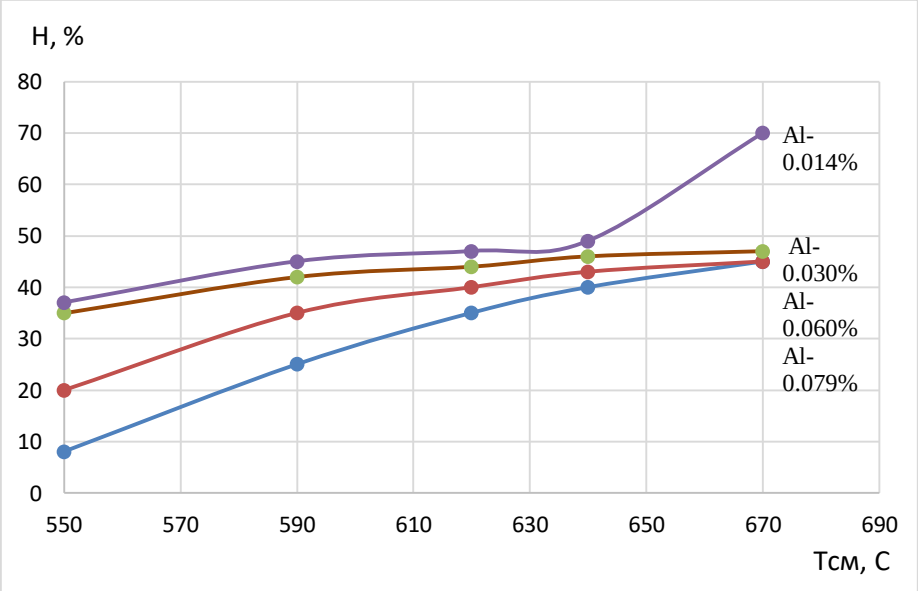


Рис.4. Влияние температур смотки (Тсм) и содержания Al в стали на изменение показателя водородного охрупчивания

Выводы

Исследованием установлено, что низкоуглеродистая сталь марки 08ЮР с содержанием 0,001-0,004% бора и смотанная при горячей прокатке в позволяет получить необходимый показатель водородного охрупчивания более 45%, характеризующий отсутствие склонности металла к появлению «рыбьей чешуи».

Анализ технологии производства холоднокатаного проката под эмалирование, а также опыт исследований показывают, что технология получения стали пригодной для эмалирования и несклонной к образованию дефекта «рыбья чешуя», а также с высокими пластическими характеристиками, основана на использовании низкоуглеродистой стали микролегированной бором.

Полностью исключить возможность появления дефектов эмалирования не представляется возможным – затраты на это во много раз превысили бы выгоду от бездефектного производства.

Современные технологии в значительной степени позволяют производить сталь, пригодную для эмалирования, в частности, предотвратить десорбцию водорода в стали и образование «рыбьей чешуи».

ЛИТЕРАТУРА

[1] Тавгень В.В., Родцевич С.П., Минкевич Т.С. Щелочные титаносиликатные стёкла для белых стеклоэмалей с повышенной коррозионной стойкостью. // Стекло и керамика, 2005. № 7. – 31-33 с.

[2] Дэвис и др., 1958; Чу, Дэвис, 1966.

[3] Буданов А.П., Корнилов В.Л., Злов В.Е., Черкасский Р.И. и др. Оптимизация технологии производства холоднокатаного листа из стали 08ЮР для эмалирования // Черная металлургия : Бюл. НТИ. 2002. № 6. – С. 20 – 24.

[4] Петцольд А. Пешманн Г. Эмаль и эмалирование.// М.: Металлургия, 1990. – 573 с.

[5] Steels for Enamelling Development Aiming Globaol Cost Reduction and Environment Processess, an Arcelor Contribution to the Competitivity of the Enamelling Industry / P. Gousselot, L. Duprez, P. Schouller P. Harlet // Proc. of 20th Intern. Enamellers Congr., 15-19 May, 2005, Istanbul. – P. 155-184.

[6] Калегов В.В., Шулика Н.А., Евдокимов Г.Г. Тонколистовая холоднокатаная сталь для эмалирования // Производство проката. №10. 2001. – С. 25-26

[7] Липухин Ю.В., Бутылкина Л.И., Славов В.И., Харченко И.А. и др. Производство холоднокатаного листа для эмалирования из непрерывнолитой заготовки.// Сталь. №1. 1988г. – С. 49-52.

[8] Хижняк Д.Д., Мазур В.Л., Штехно В.Н., Митько В.А. и др. Совершенствование технологии прокатки тонколистовой стали 08ПС для эмалированной посуды. // Сталь. №12. 1990г. – С. 53-55.

[9] Захарова В.П., Масленников В.А., Бутылкина Л.И., Харченко И.А. и д.р. Опыт производства и промышленное опробование проката для эмалирования из непрерывно-литой заготовки.// Сталь. №11. 1990. – С. 85-87.

[10] Отчет о НИР. Исследование и разработка технологии производства стали для эмалирования с целью снижения склонности к образованию дефекта «рыбья чешуя». ОАО «ИСПАТ КАРМЕТ». Темиртау. 1996.

[11] Гурьев, М.А. Поверхностное легирование стали бором / М. А.Гурьев, С. Г. Иванов, А. М. Гурьев // Международный симпозиум «Перспективные материалы и технологии» / Витебск, Беларусь 25–29 мая 2009 г.: издательский отдел ЦИТ ВГТУ УО "Витебский государственный технологический университет". – С. 195.

/12/ http://niiterm.com/ru/pechi-i-oborudovanie/oborudovani e-dlya-emalirovaniya

[13] http://www.findpatent.ru/patent/254/2547976.html

[14] http://mash-xxl.info/info/634716/ - Энциклопедия по машиностроению.

[15] Цырлин М.Б., Лобанов М.Л., Шабанов В.А., Шевелев В.В. и др. Способ производства низкоуглеродистой холоднокатаной стали для штамповки и последующего эмалирования. // Патент на изобретение. RU.2159820.C1., Бюл. №33. 2000. – С. 16.

Толеуова А.Р., Балбекова Б.К., Кулгарова Н.Б.

Эмальдауға арналған суықтай иленген болат өндірісінің технологиялық параметрлері

Түйіндіме. Мақалада эмальдан кейінгі болаттың «балық қабыршақтығы» ақауының пайда болуына бейімділігінің болмауын қамтамасыз ететін суықтай илектеу өндірісінің технологиялық параметрлері қарастырылды.

Түйін сөздер: болат, қасиеттері, ақау, «балық қабыршақтығы», эмальдау.

IRSTI 28.23.37

[1,2]Y.T. Kozhagulov, [2]D.M. Zhexebay, [2*]S.A. Sarmanbetov, [2]A.A. Sagatbayeva
([1]LLP «Kazakhstan Innovation Technologies Company», Almaty, Kazakhstan,
[2] al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.
Email: kaznu.kz@gmail.com)

ROUTERS NETWORK OPTIMIZATION BY ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Abstract: The work is devoted to the study of router optimization based on an artificial neural network and comparison with existing routing algorithms. A multilayer perceptron based routing algorithm was provided as a sample and in case of optimal route determining, their advantages and disadvantages were presented. An algorithm based on SOM, Kohonen Self Organizing Map was offered that is a solution for routing. The identity of results of the optimal route finding by Dijkstra algorithm and SOM, Self Organizing Map was demonstrated.

Key words: neural network, SOM, Self Organizing Map, router, telecommunication network, MatLab.

1. Introduction

The critical task is to optimize the routers performance, that is, quick data processing to find optimal route path. The conventional algorithms and methods are not enough to solve this task, since their calculations can take a long time and require to be self-dependent, cross functional in determining the optimal route [1-4]. One of the ways of solving this task is the use of an artificial neural network. The artificial neural networks are applied in solving fuzzy logic tasks with, which requires the self-consistent work of network elements [5-7]. The aim of the work is to optimize the router functioning by applying an artificial neural network.

If make more profound the work of alive neurons (neural networks), then in fact, neurons are routers of the alive organism (brain) [8, 9]. The principle of biological neurons operation is based on the “accumulation-ejection” method of neural impulses-spikes spreading across the neurons network [10-13]. Spreading of spikes across network elements can be described as one of the memory mechanisms of. Therefore, it can be affirmed, that the application of the neural networks operation principles will be the best solution for optimizing the information reception and transmission through multiple routers. As a matter of the fact, it is well known that the alive neurons operation, in fact, is the most optimal, energy efficient and productive. Just for information, there are about 85 billion neurons in human head, the alive neurons having multiple connections not only operate energy efficient, but also take into account the multiple problems encountered in telecommunications such as, parallelization of tasks, heat balance (temperature of network elements), communication and connection of elements, etc.

First, let's consider what a router is. A router in telecommunication is a network device using one or more metrics to determine the optimal path for transmitting network traffic based on network layer information. This definition proves that the router, first of all, is necessary for determining the further data path sent to a large and complex network. The data path is determined at the software level and is based on routing algorithms. The simplest routing algorithm is based on determining (finding) the shortest path of a route according to one characteristic (cost or distance). Examples of that are well-known algorithms such as, Fisheye, Ant Colony Optimization, travelling-salesman problem. More complicated routing algorithms take into account several characteristics, such as the communication channels capacity, the communication monetary value, reliability, congestion, package delay, package transmission rate, etc. [14, 15]. Routers have to take into account the not only the above mentioned characteristics, but on the basis of above mentioned they must indicate good performance, implementation flexibility, stability in selecting (determining) the optimal route path. There are multiple routing protocols for potential routes determining, let us consider the most common ones, Open Shortest Path First (OSPF) and Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP) [16, 17].

OSPF is a dynamic routing protocol based on link-state technology and uses the Dijkstra algorithm for finding the shortest path. OSPF was developed to allow the shortest path through the network to be calculated on route cost basis, including the bandwidth, delay and load. Protocol privilege: OSPF supports Variable Length Subnet Masks (VLSM), smaller routing tables, changes in the OSPF network are rapidly spreading, it is easier for integration with multiple providers (due to open standard), there are no limits on the number of jumps, free routes on hinges are always defined. But the protocol has some drawbacks: OSPF works very aggressively, the requirement to memory is high, causes some difficulties to configure [18, 19].

EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) is an advanced routing protocol based on distance vectors developed by Cisco. The center of the EIGRP routing protocol is the Diffusion Update Algorithm that manages this protocol. The DUAL algorithm ensures availability of routes without loops and backup routes for the entire routing domain. Using DUAL, the EIGRP protocol stores all available reserved routes to destination networks allowing quick switch to alternate routes if necessary. By default, EIGRP uses the following values to calculate the preferred path to the network in its composite metric: bandwidth, delay, reliability, load. EIGRP has the following privileges: authentication supporting, it uses a Variable Length Subnet Mask (VLSM) and Classless Inter-Domain Routing (CIDR), easiness of configuration. The main drawback of the protocol is the inability to use EIGRP on all equipment, that is, its implementation is possible only on Cisco Systems equipment [19].

Routing algorithms should use as few resources as possible, should be implemented, and be resistant to equipment failures on the originally selected route, to high loadings and network design errors. For this reason, the use of an artificial neural network can reduce the cost of resources for optimal path calculation. The neural network architecture is open, it means that it can be applied without restriction, the neural network is resistant and independent in case of equipment failure or a separate router.

2. Theoretical and experimental bases of research

The research consists of two approaches of router operation optimization on the basis of neural networks, the analogues of them are the above-described routing protocols. In the first case, the task is considered by taking into account all possible combinations of information transmission paths (Figure 1). It is proposed to apply this information (the number of possible transmission paths combinations) at the neural network inputs. That means, in this case all information concerning the network topology will be known in advance at the beginning of the path. The role of the neural network will be to make a decision for defining the optimal route path based on the input data. For the task in hand, the use of a multilayer perceptron shall be correct, since the input parameters are known and enable the neural network to be trained in advance.

In the second case the task is considered while information about the entire network topology is not known in advance and it is required to make decisions concerning each router independently, depending on the states of the nearest network elements at that time. In this case, there is no possibility of training the neural network by the teacher, since the state of the network (neighboring elements) is constantly changing and requires an independent decision-making without prior training for a particular case. For such problems, the optimal solution will be the use of the Kohonen self-organizing map [20, 21] that will be described below in detail.

Figure 1 shows the network of five routers. The signal is transmitted from the first router to the fifth. The capacity (cost) of the channel between the routers was taken as the input data. The neural network consisted of three layers (Figure 2). The number of input layers is equal to the communication channels number. In this case, the input layer consists of eight elements. The number of elements in the output layer was determined by routing options. In case of telecommunications network structure change, it is necessary to re-create a neural network and train on the channel characteristics.

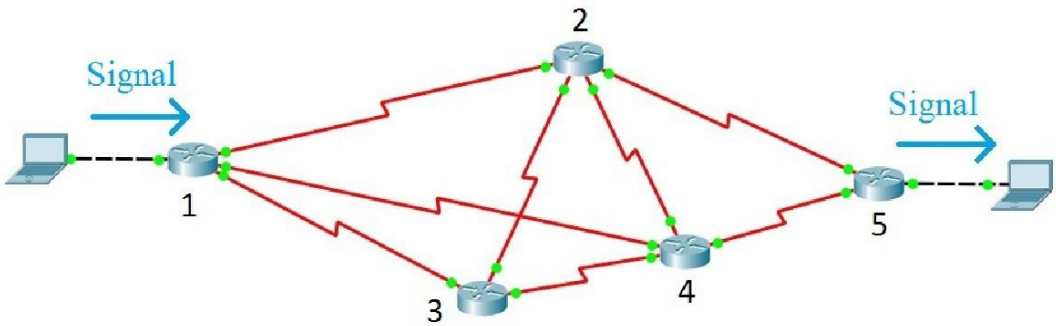


Figure 1. Structure of the telecommunication system.

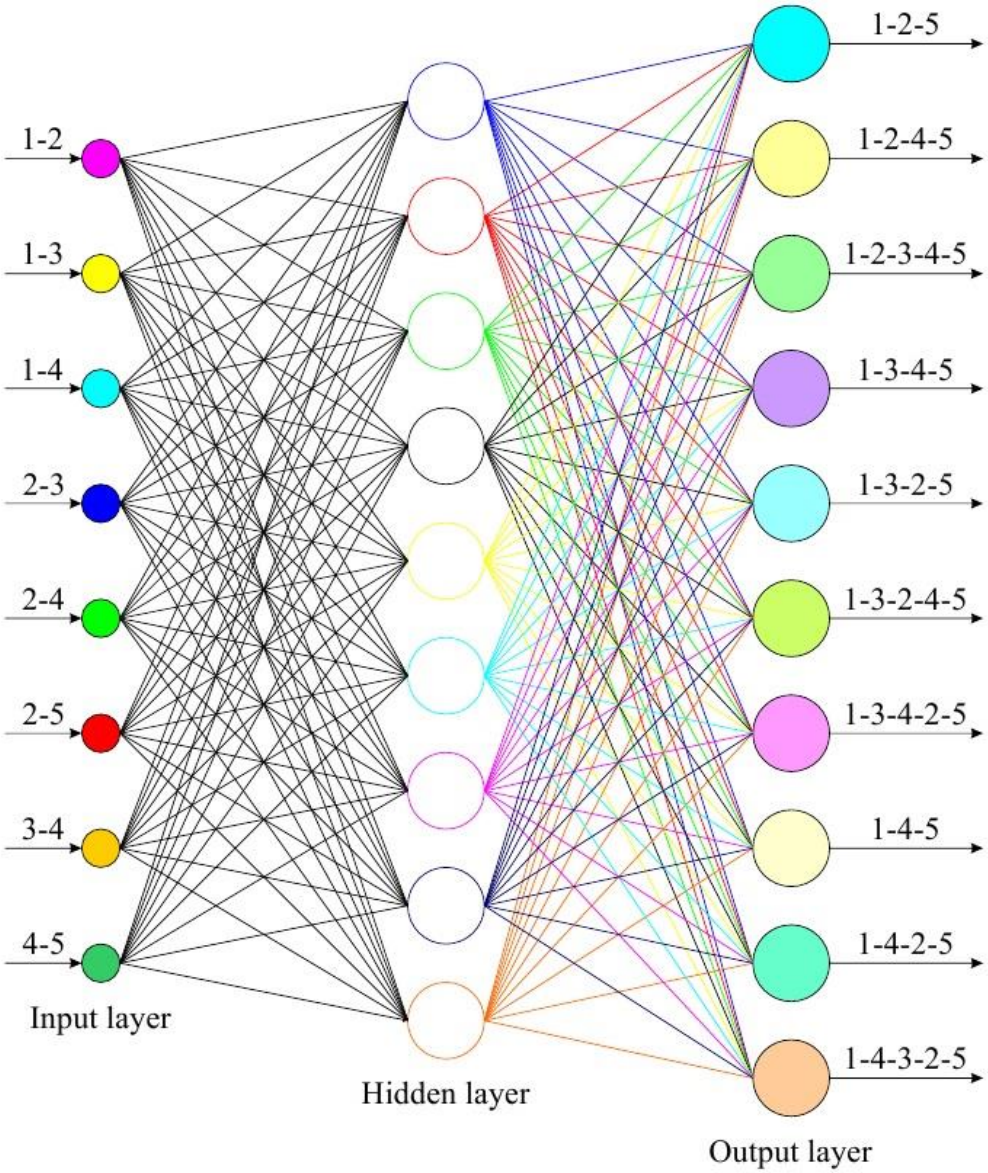


Figure 2. The multi-layer perceptron operation describing the five routers operation in accordance with the case when the entire network topology is considered

The use of a multi-layer perceptron with a teacher has its drawbacks: it is necessary to form a new neural network in case of router adding, that may hinder router productivity, the router should be aware of all possible routes for neuron network training. It means, if in case if the architecture of the network changes or one of the routers fails, then it will be necessary to re-train the neural network of new structure. In order to solve this problem, it is suggested to use a neural network for each router separately. It means that, a separate router will be a personal station with a built-in, own neural network allowing to make own decision independently. The use of this logic allows solving such problems as the failure of individual routers, change of the network topology (structure), the need to retrain the neural network, the independence from the number of routers used in the network.

Kohonen self-organizing map is a neural network by learning without a teacher, performing the visualization and clustering task. The principle of the Kohonen map operation is described in the literature [21], the network structure is shown in Figure 3. The Kohonen self-organizing map operation is based on calculating the distance from the input data to the weight vectors of all nodes of the map by the formula (1).

$$D_j = \sqrt{\sum_{i=1}^{N} \left(x_i - w_{ji} \right)^2} \quad (1)$$

where, D_j - Euclidean length of the j-th neuron, $X = \left(x_1, x_2, \ldots x_N \right)$ - input data vector, $W_j = \left(w_{j1}, w_{j2}, \ldots w_{jN} \right)$ - vector of the weighting coefficients of the j-th neuron. The next step is to find the maximum distance D_j and its number $j_{\max}$.

$$j_{\max} = \arg\max \left(D_j \right) \quad (2)$$

We can perceive Kohonen's neurons as a set of light bulbs, one of them lights up any input vector.

The privilege of this neural network is the resistance to noisy data, fast and independent network training.

The channel characteristics such as bandwidth, delay and channel reliability were used as the input data. The number of neural network elements is equal to the number of router channels. Each router not being aware of the entire telecommunication network shall determine the optimal path to the neighboring router. The router network topology is shown in Figure 4.

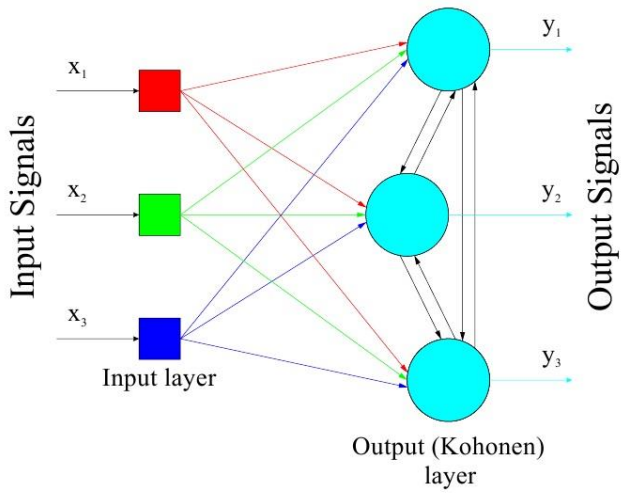


Figure 3. Kohonen self-organizing map structure.

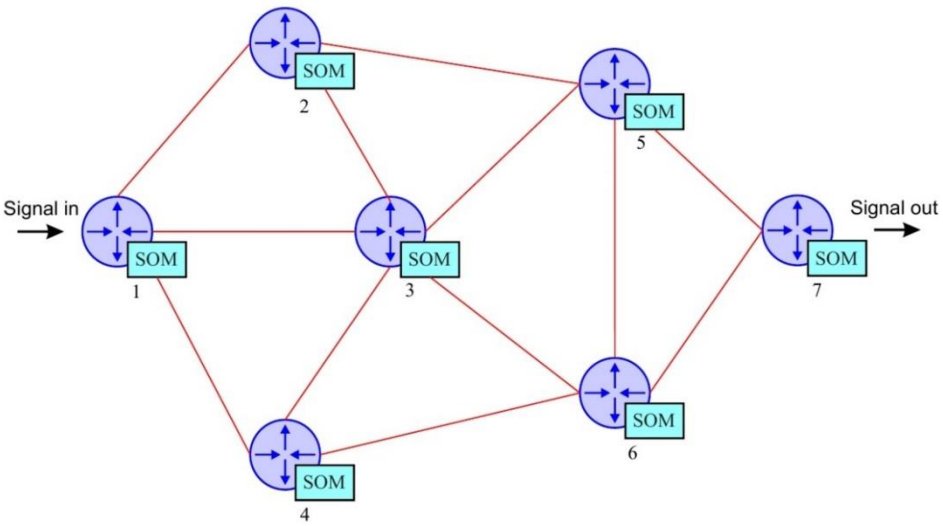


Figure 4. Telecommunications network topology

It is necessary to transfer information from the first router to the last one based on the network characteristics by applying neuron network. The network consists of seven routers. The communication channels characteristics (bandwidth, delay and channel reliability) between the routers are given in the Table.

Table. **Communication channel characteristics: bandwidth, delay, channel reliability**

	1	2	3	4	5	6	7
1 (bandwidth, delay and channel reliability)	-	0.3 0.9 0.1	0.8 0.1 0.6	0.5 0.1 0.3	-	-	-
2	0.3 0.9 0.1	-	0.1 0.5 0.2	-	0.8 0.2 0.6	-	-
3	0.8 0.1 0.6	0.1 0.5 0.2	-	0.9 0.2 0.6	0.3 0.3 0.2	0.7 0.1 0.9	-
4	0.5 0.1 0.3	-	0.9 0.2 0.6	-	-	0.4 0.4 0.8	-
5	-	0.8 0.2 0.6	0.3 0.3 0.2	-	-	0.2 0.3 0.7	0.9 0.4 0.5
6	-	-	0.7 0.1 0.9	0.4 0.4 0.8	0.2 0.3 0.7	-	0.8 0.5 0.6
7	-	-	-	-	0.9 0.4 0.5	0.8 0.5 0.6	-

In order to verify the reliability of the result and to compare the obtained results, we performed a similar operation with the Dijkstra algorithm. A block diagram of the operation of routing algorithms based on the neural network and Dijkstra is shown in Figures 5 and 6.

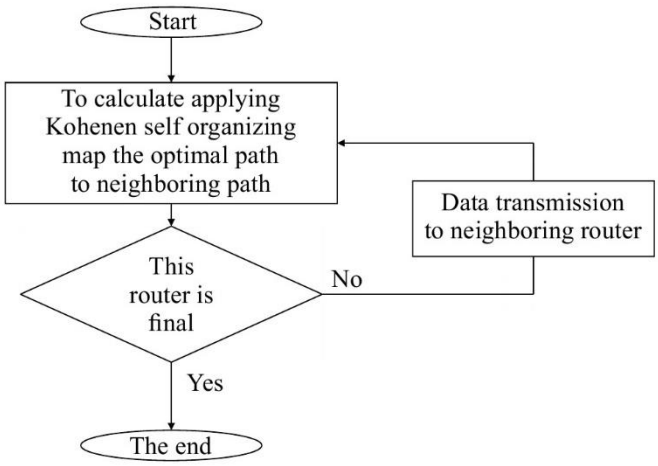


Figure 5. Block diagram of the routing algorithm based on the self-organizing map.

The calculations revealed the route “1-3-6-7” most optimal in the both cases, according to the topology of telecommunication network with characteristics described in the Table. The results are explained by the fact that the communication channels of this route are more acceptable (bandwidth and reliability of the communication channel is greater, congestion is less) than other communication channels, which proves the correctness of the

tasks assigned. The algorithm based on the neural network takes into account the distance traveled, so the loop between the routers is not formed. The work was carried out in the MatLab/Simulink software environment.

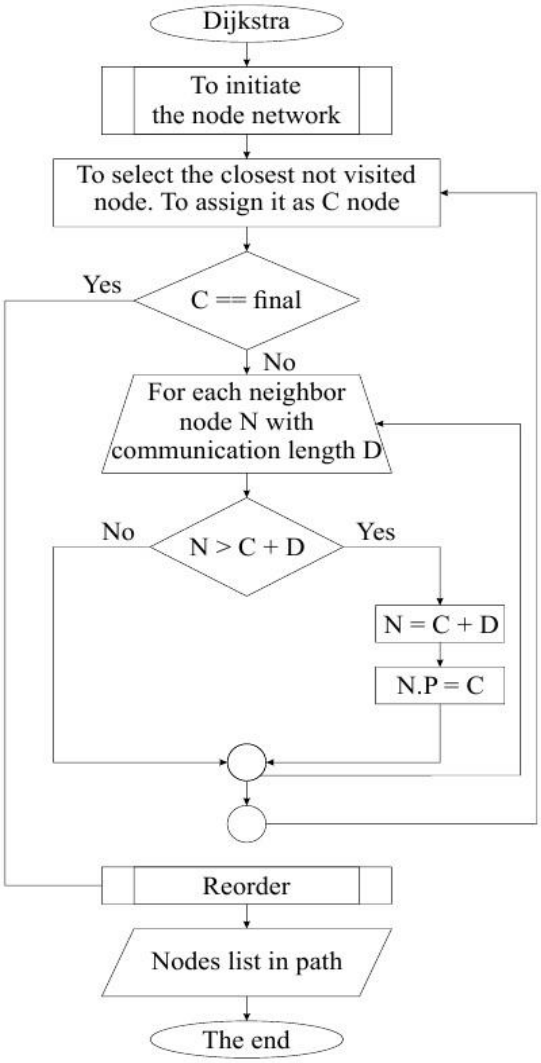


Figure 6. Block diagram of the Dijkstra algorithm.

3. Conclusion

The routing algorithm based on an artificial neural network can find the shortest path along the three characteristics of communication channels. Such as, bandwidth, delay, channel reliability. By comparing the results with the Dijkstra algorithm, the optimal route was the same. This can prove the availability of the routing algorithm based on an artificial neural network. The privileges of using a neural network are clearly expressed in solving complex problems involving the entire resource base. The analogues of this kind of tasks can also be the case of air transportation, since in this case

REFERENCES

[1] Pierre S, Said H, Probst WG. Routing in computer networks using artificial neural networks. Artificial Intelligence in Engineering 2000; 14: 295-305.

[2] Kojic N, Reljin I, Reljin B. Neural network for finding optimal path in packet-switched network. In: 7th Seminar on Neural Network Applications in Electrical Engineering; 23-25 September 2004; Belgrade, Serbia. pp. 91-96.

[3] Huidang Z, Yuyai H. Optimal path selection in computer networks using chaotic neural networks. 2006, Guangzhou, China, pp. 441-444.

[4] Zhang H, Yuznxhe W. The optimal path searching in computer networks using chaotic neural networks with decaying ICMIC. 2010 IEEE International Conference on Intelligent Computing and Intelligent Sytems; 29-31 October 2010; Xiamen, China. Pp. 675-678

[5] Aladag CH, Basaran MA, Egrioglu E, Yolcu U, Uslu VR. Forecasting in high order fuzzy times series by using neural networks to de ne fuzzy relations. Expert Systems with Applications 2009; 36: 4228-4231.[6] Egrioglu E, Aladag CH, Yolcu U, Uslu VR, Basaran MA. A new approach based on artificial neural networks for high order multivariate fuzzy time series. Expert Systems with Applications 2009; 36: 10589-10594.

[7] Huarng K, Yu THK. The application of neural networks to forecast fuzzy time series. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications 2006; 363: 481-491.

[8] Olshausen BA, Anderson CH, Van Essen DC. A neurobiological model of visual attention and invariant pattern recognition based on dynamic routing of information. Journal of Neuroscience 1993; 13: 4700-4719

[9] Zylberberg A, Slezak DF, Roelfsema PR, Dehaene S, Sigman M. The brain's router: a cortical network model of serial processing in the primate brain. PLoS computational biology 2010; 6: e1000765.

[10] Barreto E, Cressman JR. Ion concentration dynamics as a mechanism for neuronal bursting. Journal of biological physics 2011; 37: 361-373.

[11] Izhikevich EM. Dynamical systems in neuroscience. Cambridge, Massachusetts, USA: The MIT press, 2007.

[12] Zhanabaev ZZ, Kozhagulov YT. A Generic model for scale{invariant neural networks. Journal of Neuroscience and Neuroengineering 2013; 2: 267-271.

[13] Zhanabaev Z, Kozhagulov Y, Zhexebay D. FPGA implementations of scale-invariant models of neural networksurk J Elec Eng & Comp Sci 2016; 24: 5090-5099.

[14] Wijaya C. Performance analysis of dynamic routing protocol EIGRP and OSPF in IPv4 and IPv6 network. 2011 First International Conference on Informatics and Computational Intelligence; 12-14 December 2011; Bandung, Indonesia. pp. 355-360.

[15] Dey GK, Ahmed MM, Ahmmed KT. Performance analysis and redistribution among RIPv2, EIGRP & OSPF Routing Protocol. 2015 International Conference on Computer and Information Engineering; 26-27 November 2015; Rajshahi, Bangladesh. pp. 21-24.

[16] Moy J. RFC 2328. OSPF version 1998; 2: 1-244.

[17] Albrightson R, Garcia-Luna-Aceves JJ, Boyle J. EIGRP{A fast routing protocol based on distance vectors. UC Santa Cruz 1994; 1-13.

[18] Priyadharsini MTS, Udhayamoorthi MM, Senthilkumar MC. A Review on fast convergence scheme in OSPF network. International Journal of Advanced Information and Communication Technology 2014;1: 618-621.

[19] Hussein WM, Jamwal S. Comparative analysis of various routing protocols. International Journal of modern Engineering Research 2016; 6: 67-73.

[20] Kohonen T. The self-organizing map. Neurocomputing 1998; 21: 1-6.

[21] Kohonen T. Essentials of the self-organizing map. Neural networks 2013; 37: 52-65

Кожагулов Е.Т., Жексебай Д.М., Сарманбетов С.А., Сағатбаева А.А.

Оптимизация сети маршрутизаторов искусственными нейронными сетями

Резюме. Работа посвящена исследованию оптимизации маршрутизаторов на основе искусственной нейронной сети и сравнению с существующими алгоритмами маршрутизации. В качестве образца был предложен алгоритм маршрутизации на основе многослойного персептрона, а при определении оптимального маршрута были представлены его преимущества и недостатки. Был предложен алгоритм, основанный на самоорганизующейся карте Кохонена, которая является решением для задач маршрутизации. Показана идентичность результатов нахождения оптимального маршрута по алгоритму Дейкстры и самоорганизующейся карте.

Ключевые слова: нейронная сеть, самоорганизующаяся карта, маршрутизатор, телекоммуникационная сеть, MatLab.

Кожагулов Е.Т., Жексебай Д.М., Сарманбетов С.А., Сағатбаева А.А.

Жасанды нейрондық желілермен маршрутизаторлар желісін оңтайландыру

Түйіндеме. Жұмыс жасанды нейрондық желі негізінде маршрутизаторларды оңтайландыруды зерттеуге және қазіргі маршрутизация алгоритмдерімен салыстыруға арналған. Үлгі ретінде көп қабатты персептрон негізінде маршрутизация алгоритмі ұсынылды, ал оңтайлы маршрутты анықтау кезінде оның артықшылықтары мен кемшіліктері ұсынылды. Маршрутизация міндеттері үшін шешім болып табылатын өзқауымдасқан Кохоненнің картасына негізделген алгоритм ұсынылды. Дейкстра алгоритмі және өзқауымдасқан карта бойынша оңтайлы маршрутты табу нәтижелерінің ұқсастығы көрсетілген.

Кілттік сөздер: нейрондық желі, өзқауымдасқан карта, маршрутизатор, телекоммуникациялық желі, MatLab.

УДК 004.338.436.33(574)(045)

[1]A. Ismailova, [1]G. Amangeldy, [2]M. Makhanov [2]A. Mukhanova,
([1] S.Seifullin Kazakh AgroTechnical university, Kazakhstan, Nur-Sultan
[2] L.N.Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan, Nur-Sultan
a.ismailova@mail.ru)

INTRODUCTION OF MODERN EQUIPMENT MANAGEMENT SYSTEM AT AGRICULTURAL ENTERPRISES

Abstract. This work was carried out within the framework of the program “Transfer and adaptation of technologies for point farming in crop production according to the principle of“demonstration farms”(polygons) in the North Kazakhstan region with the participation of the IT group. The article discusses the existing information systems for managing agricultural enterprises as tools for qualitative changes in the agro-industrial sector of the Republic of Kazakhstan. Such criteria of diagnostics in the economy of all business processes covered by the information system are considered. Assessed the technical level and technical development of the Park, the presence of installed GPS/GNSS trackers. The application of AGCOMMAND systems is considered.A review of existing information management systems of agricultural enterprises offered in the global technology market has been carried out.The functional capabilities of the known systems, the most suitable newest solution for accounting in agriculture are analyzed.

Key words: information system, agriculture, the introduction of technical solutions, equipment management, enterprise management, improving efficiency, GPS/GNSS tracker.

[1]А.А. Исмаилова, [1]Ғ.А. Амангелді, [2]М. Маханов [2]А.А. Муханова,
([1] Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина,
[2] Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева,
Казахстан, Нур-Султан, a.ismailova@mail.ru)

ВНЕДРЕНИЕ СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НА СЕЛЬХОЗПРЕДПРИЯТИИ

Аннотация.Данная работа выполнена в рамках программы «Трансферт и адаптация технологий по точечному земледелию при производстве продукции растениеводства по принципу «демонстрационных хозяйств» (полигонов) в Северо-Казахстанской области с участием ИТ группы.В статье рассматриваются действующие информационные системы управления сельскохозяйственными предприятиями, как инструменты качественных изменений в агропромышленном секторе Республики Казахстан. Рассмотрены такие критерии диагностики в хозяйстве всех бизнес-процессов, охваченных информационной системой. Оценены технический уровень и техническое развитие парка, наличия установленных GPS/GNSS трекеров. Рассмотрено применение систем AGCOMMAND. Проведен обзор существующих информационных систем управления сельскохозяйственными предприятиями, предлагаемых на мировом технологическом рынке.Проанализированы функциональные возможности известных систем, наиболее подходящее новейшее решение для учета в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: информационная система, агропромышленный комплекс, внедрение технических решении, управление техникой, управление предприятием, повышение эффективности, GPS/GNSS трекер.

Агропромышленный комплекс Республики Казахстан находится на пороге нового этапа, который должен обеспечить эффективное развитие экономики страны в рыночных условиях и мировой системы торговли продуктами питания и сельскохозяйственной продукцией. Одним из первых шагов на пути реализации Послания Первого Президента стало формирование Общенационального плана мероприятий по реализации Послания Президента РК. Среди мероприятий для решения первой задачи Послания также выделяется Становление промышленности «цифровой эпохи» [1].

Внедрение автоматизированной системы управления отраслями агропромышленного комплекса позволит повысить оперативность и качество принятия управленческих решений, повысить доверие граждан к власти, существенно снизить прямые и косвенные издержки на содержание государственного органа, повысить эффективность государственного управления отраслями в целом вследствие реинжиниринга бизнеспроцессов государственного управления, а также за счет перевода подразделений на использование безбумажных технологий делопроизводства и электронного документооборота, механизмов коллективного использования документов и данными, создания баз данных и системы управления и обработки данных [2].

Основная цель программы – внедрить в сельскохозяйственное производство Северо-Казахстанской области систему точного земледелия, позволяющую повысить в регионе конкурентоспособность производства продукции в растениеводческом секторе АПК. Программа состоит из 10 мероприятий, которые объединены в 4 подпрограммы тесно взаимосвязанных между собой в области таких направлений, как агрономия, экономика, механизация сельскохозяйственного производства, агрохимия и почвоведение, ГИС технологии, цифровизация, информатизация, автоматизация, защита растений, экономика.

Одним из мероприятий целевой программы является – внедрение современной системы управления техникой и анализа хозяйственной деятельности предприятий.

На предварительном этапе были поставлены следующие задачи:

– проведение аналитических работ по установлению технического уровня и технического развития сельхозпредприятия;

– проведение диагностики в хозяйстве всех бизнес-процессов, охваченных информационной системой.

– обзор существующих информационных систем управления техникой на предприятиях. Проанализировать функциональные возможности систем: гибкость, настраиваемость, масштабируемость, производительность и эргономичность прикладных решений.

На начальном этапе сделан обзор существующих информационных систем управления техникой на предприятии, а также проанализированы функциональные возможности систем: гибкость, настраиваемость, масштабируемость, производительность и эргономичность прикладных решений. Проведена диагностика бизнес-процессов, охваченных информационной системой.

Внедрение современных систем управления техникой (далее системы УТ) в пилотном хозяйстве поможет в первую очередь оптимизировать затраты, увеличить производительность, рентабельность и урожайность, а внедрение систем анализа хозяйственной деятельности (далее системы АХД) приведет к унификации всех технологических процессов, в том числе процессов наблюдения за растениями на поле, мониторинга и управления сельхозтехникой и анализа больших данных, которые будут агрегироваться многочисленными датчиками.Такие системы относятся к категории MES (сокр. от англ. ManufacturingExecutionSystem) системы, которые позволяют управлять технологическими процессами сельхозпредприятия.

Алгоритмы функционирования MES-систем основываются на эвристическом анализе, позволяющем находить оптимальное решение, учитывая все выбранные критерии (интегральные или частные) и имеющиеся ограничения. Благодаря этому MES помогает не просто выполнить заданный объем работ в срок, но и сделать это наиболее оптимальным образом с точки зрения технико-экономических показателей производства.

Аналитические работы, по установлению технического уровня и технического развития: для внедрения элементов точного земледелия в пилотном хозяйстве проведено обследование состояния машинно-тракторного парка ТОО «Северо-Казахстанская СОС», которое состоит из 36 комбайнов, 68 тракторов и 20 грузовых.

Оценены технический уровень и техническое развитие парка, наличия установленных GPS/GNSS трекеров, которые позволяют контролировать сельскохозяйственную технику в режиме реального времени, мониторить точный пробег транспорта, количество остановок и стоянок, объем обработанных полей, расхода топлива автомобиля, трактора или комбайна.

Анализ сельхозтехники показал средний уровень готовности к внедрению современных систем управления техникой. В составе машинно-тракторного парка ТОО «Северо-Казахстанская СОС» оказалось очень мало техники класса «JohnDeere», и большинство техники требует модернизации и дооснащения элементами точного земледелия.

Оценены технический уровень и техническое развитие парка, наличия установленных GPS/GNSS трекеров, которые позволяют контролировать сельскохозяйственную технику в режиме реального времени, мониторить точный пробег транспорта, количество остановок и стоянок, объем обработанных полей, расхода топлива автомобиля, трактора или комбайна.

Анализ сельхозтехники показал средний уровень готовности к внедрению современных систем управления техникой. В составе машинно-тракторного парка ТОО «Северо-Казахстанская СОС» оказалось очень мало техники класса «JohnDeere», и большинство техники требует модернизации и дооснащения элементами точного земледелия.

При проведении обследования пилотного хозяйства выявлено отсутствие систем современных

систем УТ, как спутниковый мониторинг, учет объемов сельскохозяйственных работ, учет веса урожая при уборке и т.д.

При анализе бухгалтерских систем выявлено, что в пилотном хозяйстве внедрена система, разработанная компанией «КАС Консалтинг».Программный модуль «Бухгалтерия сельскохозяйственного предприятия для Казахстана» разработан на базе конфигурации «Бухгалтерия для Казахстана» и использует платформу «1С:Предприятие 8» с сохранением всех ее типовых форм, механизмов и возможностей. Разработчиками данной системы введено понятие «технологической операции» для автоматизации процессов в растениеводстве. Все документы по регистрации факта выполненных работ накапливают данные в разрезе типовых технологических операций. В программе контролируются затраты на подготовку производственной деятельности в разрезе полей, культур и статей затрат. Имеются следующие недостатки:

1) необходимость платного обновления платформы 1С. При этом обновляется только платформа 1С, а функциональность разработанной системы не изменяется;

2) малое количество 1С программистов, что приводит к увеличению затрат при технической поддержке и дальнейшем развитии системы;

3) на пилотном хозяйстве имеется проблема с оснащением рабочих мест компьютерами с установленной платформой 1С, которое связано с дороговизной платформы 1С.

Предпосевная обработки почвы это основная обработка почвы, главной задачей которой является обеспечение оптимального водно-воздушного и питательного режима, сохранение и восстановление гумусового баланса и структуры почвы, создание условий для последующих операций по обработке почвы, посеву, уходу за растениями, а также уборки.

Уборка урожая как завершающий этап состоит из следующих бизнес-процессов: «уборка», «доставка на механический ток», «сушка», «первоначальная обработка зерна» и «продажа зерна».

Анализ бизнес-процессов показал, что внедрение современных систем управления техникой принесет экономию в затратах на топливо, а также сэкономит рабочее время, необходимое для выполнения агротехнических мероприятий.

Все перечисленные проекты будут оказывать положительное влияние на решение ключевых задач агропромышленного комплекса, поэтому важно обеспечить для них необходимую законодательную поддержку по устранению основных барьеров.

В США, Японии, Китае, некоторых европейских странах (Германия, Великобритания, Голландия, Дания) «точным сельским хозяйством» начали заниматься в 80-х годах прошлого века. В странах Восточной Европы на роль информационных технологий в агросекторе обратили внимание лишь с середины 90-х [3].

Анализ рынка компьютерных прикладных программ для сельскохозяйственного производства проводился по зарубежным и казахстанским источникам. Ассортимент представлен импортными программами: eLMID, AGRO-NET NG, AGRO-MAP PF, «Аграр Офис» (Германия), AgLeader SMS, FarmWorks (США), «Панорама АГРО» (КБ Панорама), «Сводное планирование в сельском хозяйстве», «Агрокомплекс» (АдептИС), «АгроХолдинг» (ЦПС), «1С Управление сельскохозяйственным предприятием» (Черноземье Интеко), «1С Бухгалтерия сельхозпредприятия» (АгроСофт), AGRO-NET NG, AGRO-MAP PF, «Аграр Офис», AgLeader SMS, FarmWorks, «АГРО-Н», «Агросигнал» и др [4].

Например, аппаратно-программный комплекс «АГРО-Н» состоит из навигационной и информационно-аналитической системы, интегрирующей основой которых является геоинформационное обеспечение, базирующееся на цифровой топографической основе сельхозугодий, единых классификаторах информации, форматах и согласованных структурах баз данных.

Применение системы AGCOMMAND позволяет владельцам фермерских хозяйств тщательно отслеживать обработку полей, контролировать затраты на горючее и запчасти для сельхозтехники.

На примере зарубежных компьютерных программ для сельхозпредприятия, прослеживается устоявшееся построение системы на основе карт с внесением данных привязанных к системе координат с возможностью послойного графического отображения тематических слоев.

В зарубежных программах для растениеводства, например в программе «Панорама АГРО» заложены функции с внесением данных привязанных к системе координат с возможностью послойного графического отображения тематических слоев.

К недостаткам зарубежных разработок следует отнести высокую стоимость самой разработки и технической поддержки, отсутствие квалифицированных специалистов, интеграция с другими

программами, и самый основной недостаток облачное хранение, первичные данные хранятся на зарубежных серверах и в любой момент могут оказаться недоступными.

Прикладные программы AGRO-NET NG, AGRO-MAP PF, «Аграр Офис», AgLeader SMS, FarmWorks существуют на рынке много лет, из-за вышеперечисленных недостатков не востребованы.

В Российских разработках «Агрокомплекс», «АгроХолдинг», «1С Управление сельскохозяйственным предприятием», «1С Бухгалтерия сельхозпредприятия» решены задачи бухгалтерского учета с элементами надстроек для управления предприятиями агропромышленного комплекса. На сегодняшний день эти разработки повсеместно внедрены в Казахстане.

Проанализировав функциональные возможности известных систем, наиболее подходящее новейшее решение для учета в сельском хозяйстве - система «АГРОСИГНАЛ». Система «Агросигнал» позволяет в реальном времени обрабатывать потоки данных с датчиков, которые устанавливаются на сельхозтехнике, и отображать информацию на компьютере. Пользователи видят карту полей хозяйства, местоположение техники, имеют возможность контролировать и корректировать работу в полях, не выходя из офиса. Применение выбранного решения, по отзывам пользователей, позволяет в 2 раза снизить расходы на ГСМ, сроки посевных работ и значительно повысить урожайность [5].

На рынке Казахстана представлен широкий ассортимент информационных систем, предназначенных для управления техникой на предприятиях, занимающихся растениеводством. В таблице 1 представлены результаты сравнительного анализ некоторых из этих систем.

Таблица 1 - **Сравнительный анализ некоторых систем на рынке**

Наименование системы	Системы управления и мониторинг техникой	Для агронома	Для владельцев бизнеса	ГИС технологии	Агрохимия	Производительность, эргономичность, масштабируемость	Недостатки
AGRO-NET NG	+		+			Хорошо	дорого
AGRO-MAP PF		+		+		Хорошо	дорого
«АграрОфис» (Германия),		+	+		+	Отлично	дорого
AgLeader SMS,	+	+	+	+	+	Отлично	дорого
FarmWorks (США)	+	+	+	+	+	Отлично	дорого
«Панорама АГРО» (КБ Панорама),	+	+	+			Хорошо	Требуется установка 1С на все участки
«Агрокомплекс» (АдептИС),		+	+			Хорошо	Требуется установка 1С на все участки
«АгроХолдинг» (ЦПС),		+	+			Хорошо	Требуется установка 1С на все участки
«1С Управление сельскохозяйственным предприятием» (Черноземье Интеко),		+	+			Хорошо	Требуется установка 1С на все участки
«1С Бухгалтериясельхозпредприятия» (АгроСофт)		+	+			Хорошо	Требуется установка 1С на все участки
«1С Бухгалтерия сельскохозяйственного предприятия для Казахстана» (КасКонсалтинг)		+	+			Хорошо	Требуется установка 1С на все участки
Агросигнал	+	+	+			Отлично	

Мировой опыт показывает, что использование ИТ-технологий в сельском хозяйстве уже позволяет сократить до 20 % незапланированных расходов, а в ближайшем будущем эффект от цифровизации будет только расти. Таким образом, с уверенностью можно сказать, что при грамотном использовании ИТ-технологий аграрный сектор может стать драйвером третьей модернизации экономики Казахстана [6].

Автоматизация информационного взаимодействия и документационного обеспечения управленческой деятельности, имеет наиважнейшее значение для повышения эффективности деятельности отдельных учреждений и систем государственного управления отраслями. Внедрение автоматизированной системы означает масштабные изменения в информационном взаимодействии подразделений и всех заинтересованных организации, населения и ведет к необходимости технологического переоснащения Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан, повышение уровня знаний госслужащих в сфере информационных технологий. Ее реализация обеспечит повышение качества государственного управления отраслями агропромышленного комплекса, что будет оказывать положительное влияние на имидж страны, как государства, использующего в своей деятельности передовые технологические новшества.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Омаров С. К. Сельское хозяйство под «цифру». – 2017. – URL: https://www.kazpravda.kz/articles/view/selskoe-hozyaistvo-pod-tsifru/ (дата обращения: 12.04.2019)

[2] Садуакасова К. Ж. Автоматизация процессов управления и информационного обеспечения системы АПК // Вестн. КазЭУ. Сер.экон. – 2010. – Т. 1. № 2. - С. 12-13

[3] Развитие и внедрение информационных технологий в сельском хозяйстве. – 2015. – URL: https://studbooks.net/61366/informatika/razvitie_vnedreniya _informatsionnyh_tehnologiy_v_selskom_hozyaystve (дата обращения: 11.05.2019)

[4] ИТ в агропромышленном комплексе России. – 2018. – URL: http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:ИТ_в_агропромышленном_комплексе_России (дата обращения: 19.05.2019)

[5] Агросигнал Контроль и учет сельхозработ. – 2018. – URL: http://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:Агросигнал_Контроль_и_учет_сельхозработ (дата обращения: 19.05.2019)

[6] Основные преимуществаиспользования IT в агросекторе. – 2017. – URL:https://forbes.kz/process/technologies/10_prichin_ispolzovat_it_v_agrosektore/ (дата обращения: 30.05.2019)

[7] S. Šimundiæ, A. Munitiæ, "The Knowledge Basis in the Expert System Structure for the Ship Construction Phase", Symposium ELMAR'94, Zadar, 1994, p.p. 30-308.

[8] Ч. Петзолд Программирование для Windows 95; в двух томах - СПб.: BHV - Санк-Петербург, 1997

[9] Подбельский В.В., Фомин С.С. Программирование на языке Си: Учеб. Пособие. – 2-е доп. Изд. – М: Финансы и статистика, 2002. – 600с.

[10] Li G, Zhang Q, Chen D, et al. Design and implementation of monitoring interface for combustion process using C# language. In: IEEE, conference on industrial electronics and applications, Hefei, China. p.1741-3.

[11] Leu George, Abbass Hussein. A multi-disciplinary reviewof knowledge acquisition methods: from human to autonomous eliciting agents. J Knowledge-BasedSyst 2016;105(C):1-22.

[12] Gruber TR. A translation approach to portable ontology specifications. J Knowledge Acquisitions 1993;5(2):199-220.

[13] Угринович Н. Информатика и информационные технологии. Набор базовых знаний. М., Радио и связь, 2000

[14] Солнышков, Ю.С. Количественное обоснование решений / Ю.С. Солнышков. - М.: Знание, 2016. - 688 с.

[15] Уотерман, Д. Построение экспертных систем / ред. Ф. Хейес-Рот, Д. Уотерман, Д. Ленат. - М.: Мир, 2013. - 441 с.

Исмаилова А.А., Амангелді Ғ.А., Маханов М., Муханова А.А.

Ауыл шаруашылық кәсіпорындарында жабдықтарды басқарудың заманауи жүйесін енгізу

Түйіндеме. Бұл жұмыс Солтүстік-Қазақстан облысындағы ақпараттық технологиялар тобының қатысуымен «Өсімдік шаруашылығындағы өсімдіктерді өндіру бойынша технологияларды беру және бейімдеу» бағдарламасы аясында жүзеге асырылды. Мақалада агроөнеркәсіптік кешенді басқарудың қолданыстағы ақпараттық жүйелері Қазақстан Республикасының агроөнеркәсіптік секторында сапалы өзгерістерге арналған құрал ретінде қарастырылады. Ақпараттық жүйемен қамтылған барлық бизнес-үдерістердің шаруашылықтағы диагностиканың осындай критерийлері қарастырылды. Парктің техникалық деңгейі мен техникалық дамуы, орнатылған GPS/GNSS трекерлерінің болуы бағаланды. AGCOMMAND

жүйелерін қолдану қарастырылды. Әлемдік технологиялық нарығында ұсынылған агроөнеркәсіптік кәсіпорындардың ақпараттық басқару жүйелерін шолу жүргізілді. Белгілі жүйелердің функционалдық мүмкіндіктері, ауыл шаруашылығында есепке алу үшін ең қолайлы ең жаңа шешім талданды.

Кілтті сөздер: ақпараттық жүйе, ауыл шаруашылығы, техникалық шешімдерді енгізу, құрал-жабдықтарды басқару, кәсіпорындарды басқару, тиімділікті арттыру, GPS/GNSS трекер.

УДК 621.372:629.3.083(045)

L.A. Babchenko, M.T. Userbayev, A.B. Bolatova
(Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin, Nur-Sultan, The Republic of Kazakhstan
E-mail: bolatova_ainash@mail.ru)

IMPROVING THE BRAND-NAME TECHNICAL SERVICE OF AGRICULTURAL TRACTORS

Abstract. The conducted researches showed that it is possible to increase significantly reliability indicators and other technical and economic characteristics of tractors in the agro-industrial complex of the republic only by switching to firm service in full, i.e. to ensure such conditions as have developed in the advanced countries. Only the manufacturer of machines can continuously improve the design of the machines produced. In general, the problem of branded service is that it is necessary to change the current state of affairs, it is necessary that the factory manufacturer took a direct part in the maintenance and repair of machines during their entire service life. The company prepares its tractors for sale, delivers them to the consumer, and eliminates the consequences of failures in the warranty and after the warranty period of operation and carries out their technical service up to writing-off. A guide to the corporate service of class tractors 3 and 4 TC, which includes documents for the organization and operation of the technical center, the technical layout of production sites, the equipment sheet and technological recommendations for the performance of service works.

Key words: company technical service; constructive finalization; control of reliability of tractors; increase reliability, durability and maintainability

Л.А. Бабченко, М.Т. Усербаев, А.Б. Болатова
(Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, Нур-Султан, Республика Казахстан
E-mail: bolatova_ainash@mail.ru)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФИРМЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ

Аннотация: Сравнительный анализ безотказности и долговечности сельскохозяйственной (с.-х.) техники республик СНГ свидетельствует, что эти показатели за последние годы улучшились. Однако они уступают лучшим зарубежным аналогам в 1,5-2 и более раз. Одной из основных причин данного положения является неразвитость фирменного технического сервиса (ФТС). Проведенный анализ технического сервиса с.-х. техники в странах с развитой рыночной экономикой показал, что только в условиях ФТС представляется возможным в совокупности решать широкий круг проблем, связанных с конструктивной доработкой и совершенствованием надежности машин, разработкой оборудования по диагностированию, техническому обслуживанию и ремонту, подготовка нормативно-технической документации, обеспечением потребителей запасными частями на протяжении всего срока службы техники. Все это говорит о том, что совершенствование технического сервиса тракторов в условиях Казахстана должно вестись с учетом основных положений ФТС.

Ключевые слова: фирменный технический сервис; конструктивная доработка; управление надежностью тракторов; повышение безотказности, долговечности и ремонтопригодности

ВВЕДЕНИЕ

Рассмотрение и анализ литературных источников [1-14] показал, что накоплен значительный научный потенциал по вопросам технического сервиса сельскохозяйственной (с.-х.) техники. Наиболее обширные исследования были проведены в России. Проведенный анализ литературных источников позволил выявить основные проблемы и противоречия в системе технического сервиса с.-х. техники. Основные проблемы села связаны с диспаритетом цен на промышленную и с.-х. продукцию, со слабым его экономическим положением и низкой платежной способностью сельхоз товаропроизводителей, слабой государственной поддержкой. По этой причине мало приобретается новой с.-х. техники и оборудования по ремонту, диагностированию и техническому обслуживанию.

Основная задача технического сервиса заключается в обеспечении работоспособности машин, поддержанию их в исправном состоянии с наименьшими затратами.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Установлено, что рассматриваемой системе фирменного технического сервиса (ФТС) присущи все элементы сложной модели и ее следует рассматривать и изучать с позиций системного метода. На основании анализа действующих факторов были установлены управляемые элементы системы. К ним относятся показатели надежности (наработка на отказ, ресурс, коэффициент готовности), наработка, затраты на поддержание машин в работоспособном состоянии. На основании установления связей, зависимостей и закономерностей представляется возможным управлять рассматриваемой системой.

Одним из основных управляемых элементов системы ФТС является установление обратной связи потребитель - завод-изготовитель. Предыдущими исследованиями установлено [8], что от совершенствования конструкции машин может быть получено 70% общего экономического эффекта, а от совершенствования системы ТО и ремонта только 30%. Это говорит о том, что уровень надежности машины, прежде всего, зависит от завода-изготовителя. В соответствии с [7] были установлены по тракторам основные, так называемые лимитирующие безотказность составные части, на которые приходится основные затраты требуемых ресурсов.

На долю лимитирующих составных частей приходится основная часть затрат, связанных с ремонтными воздействиями. Так, на 22 составные части лимитирующей группы трактора К-701 по шасси, приходится 86% затрат на ремонт, а по 26-32 лимитирующим составным частям дизелей ЯМЗ-238НБ, ЯМЗ-240Б приходится 83-92% затрат на ремонт.

Методика выполнения этих работ учитывает наличие соответствующего оборудования, технологий и рациональной организации работ. Предварительный анализ показал, что хозяйства в меньшей степени обеспечены диагностическим оборудованием. Поэтому основное внимание было уделено вопросам диагностики тракторов. Был произведен анализ отказов тракторов [7]. На основании анализа отказов были установлены основные износы и повреждения составных частей лимитирующей группы. Это позволило выявить слабые места поверхностей деталей и сопряжений и разработать предложения заводу-изготовителю по доработке составных частей тракторов.

Предложения по конструктивной доработке тракторов переданы на завод-изготовитель. Так, разработанные предложения по тракторам Т-95. касаются конструкции кабины и системы ее кондиционирования, большой трудоемкостью технического обслуживания кареток подвески и воздухоочистителей, не удачном расположении фильтра-отстойника и другие. Представленная в разделе методика позволяет вести постоянную и целенаправленную работу по конструктивному совершенствованию работающих в Казахстане тракторов.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В основу разработки модели положены затраты на устранение последствий отказов (УПО), потери от простоев машин в ожидании обслуживания и потери от простоев передвижных средств в ожидании заявок на устранение последствий отказов. Рациональной считается такая численность передвижных средств, при которой затраты и потери на устранение последствий отказов и УПО будут минимальными. В соответствии с этим, математическая модель для подсистемы устранения последствий отказов машин запишется следующим образом.

$$З_{\Sigma УПО} = З_{УПО} + П_{ОЖ.УПО} \to \min, \quad (1)$$

где $З_{\Sigma ТО}$, $З_{\Sigma УПО}$ - суммарные затраты и потери на ТО и УПО, тенге за смену; $З_{ТО}$, $З_{УПО}$ - затраты на ТО и УПО, тенге за смену; $П_{ож.ТО}$, $П_{ОЖ.УПО}$ - потери от ожидания ТО и УПО, тенге за смену.

$$З_{УПО} = \sum_{i}^{n}\sum_{к}^{Г}\lambda'_{ik}C_{ik}T_{р}S_{м}^{-1} + \sum_{i}^{n}\sum_{к}^{Г}\lambda'_{ik}C'_{ik}T_{р}t_{ik}S_{м}^{-1}, \quad (2)$$

где λ'_{ik} - интенсивность заявок на УПО от *i*-той машины, *к*-той группы сложности, ед. за ч; C_{ik} - затраты на УПО от *i*-той машины, *к*-той группы сложности, тенге ; C'_{ik} - затраты, связанные с использованием передвижной ремонтной мастерской при УПО *i*-той машины, *к*-той группы сложности, тенге за ч; t_{ik} - трудоемкость УПО*i*-той машины, *к*-той группы сложности, чел.- ч; S_i^{-1} - число передвижных ремонтных мастерских при УПО, ед;г - количество групп сложности отказов.

Потери от ожидания УПО характерны как для машин, так и для передвижных средств, являющихся каналами обслуживания.

$$П_{ож.УПО} = \sum_{i}^{k} M_{1i} T_P C_{ПРi} + \sum_{j}^{l} M_{2j} T_p C_{ПРj}, \tag{3}$$

где M_{1i}, M_{2j} - среднее число *i*-тых машин, ожидающих начала обслуживания и среднее число *j*-тых простаивающих каналов; $C_{ПРi}$, $C_{ПРj}$ - потери от простоев машин и каналов обслуживания.

Потери от ожидания УПО ($П_{ож.УПО}$) определяются аналогично выражению (5)

Среднее число машин, ожидающих начала обслуживания (средняя длина очереди) определяется в соответствии с теорией массового обслуживания [12-14].

$$M_1 = \sum_{k=S+1}^{m} \frac{(k-S)n!}{S^{k-n} S!(m-k)!} (\frac{\lambda}{\mu})^k P_0, \tag{4}$$

Среднее число простаивающих каналов обслуживания (передвижных средств) определяется по зависимости

$$M_2 = \sum_{k=0}^{s} \frac{(S-k)n!}{k!(m-k)!} (\frac{\lambda}{\mu})^k P_0, \tag{5}$$

Вероятность того, что все обслуживающие аппараты свободны, определяется по выражению

$$P_0 = [\sum_{K=0}^{s} \frac{n!\,p^k}{k!(n-k)!} + \sum_{k=S+1}^{n} \frac{n!\,p^k}{S^{k-s} S!(n-k)!}]^{-1}, \tag{6}$$

где *n*- число машин;*k* - число требований на обслуживание; *p* - загрузка системы;*S*- число каналов обслуживания.

Величина загрузки системы меньше или равна единице.

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \le 1, \tag{7}$$

Проведя реализацию данной модели, представляется возможным определить рациональное соотношение передвижных ремонтно-диагностических установок (РДМ). Реализация разработанных моделей показала, что при интенсивности потока отказов при использовании российских тракторов, при интенсивности входящего потока отказов 0,5-0,085 ед. в час (наработка на отказ 2-12 ч необходимо иметь от 5 до 7 РДМ. Для тракторов дальнего зарубежья «Джон Дир», при интенсивности входящего потока отказов 0,025-0,005 ед. в час (наработка на отказ 40-200 ч) потребность в РДМ сокращается до двух единиц.

Из сказанного следует, что расчет и обоснование основных параметров ремонтно-обслуживающей базы ФТС необходимо производить с учетом показателей надежности машин.

При определении объемов работ и численности исполнителей для отдельных видов работ по тракторам необходимо знать величину трудоемкости. Рассмотрим трудоемкость предпродажного обслуживания. На основании данных [7] в таблице 1 приведена трудоемкость предпродажного обслуживания по тракторам. По данным таблицы 1 видно, что от возрастания тягового класса трактора увеличивается трудоемкость предпродажного обслуживания.

Таблица 1 – **Трудоемкость предпродажного обслуживания тракторов в зависимости от тягового класса**

Марка тракторов	Т-130, Т-130Б	Кировец	Т-4А	ДТ-75 М(Б)	Т-150 Т-150К	ЮМЗ-6Л(М)	МТЗ-80(82)	Т-4М, Т28Х4М	Т-25А	Т-16А
Трудоем-кость, чел-ч.	8,9	10,3	6,4	8,7	6,2	5,0	4,6	6,0	3,1	3,0

Величины трудоемкости предпродажного обслуживания приведены без учета устранения отказов и неисправностей. Исследования ГОСНИТИ [15,16]свидетельствуют о том, что затраты на устранение последствий отказов и дефектов составляют 10-20% от трудоемкости предпродажного обслуживания.

В соответствии с этим, аналитическое выражение по определению трудоемкости предпродажного обслуживания в зависимости от тягового класса, будет иметь следующий вид:

$$t_0 = (1{,}11Ткл + 3{,}17)Куро, \tag{8}$$

где t_0 - трудоемкость предпродажного обслуживания, чел-ч; $Ткл$ - тяговый класс трактора, тс; $Куро$ - доля работ, связанная с устранением последствий отказов при предпродажной подготовке трактора (в соответствии с долей отказов величина $Куро$ составляет 1,1-1,2).

Величина трудоемкости, определяемая по выражению (8) для трактора класса 4 тс составляет 8,4-9,1 чел-ч.

Количество исполнителей для предпродажной подготовки тракторов определяется по выражению

$$n_0 = \frac{t_0 N_T}{Ф_0}, \tag{9}$$

где n_0 - количество исполнителей для предпродажной подготовки тракторов, чел; N_T- общее количество обслуживаемых тракторов за год, ед; $Ф_0$ – годовой фонд рабочего времени исполнителя, чел-ч.

При выполнении отдельных видов работ в техническом центре было установлено, что часть таких видов работ, как доставка техники потребителю, обкатка, устранение последствий отказов выполнялась силами самих хозяйств. В связи с этим следует учитывать не всю трудоемкость, а часть, которая выполняется силами технического центра. Общая численность исполнителей в ТЦ определяется по следующему выражению.

$$N_u = \sum_{i=1}^{n} \frac{t_i N_T Д_{ТЦi}}{Ф_i}, \quad (10)$$

где N_u - общее количество исполнителей при выполнении сервисных работ, чел; t_i - трудоемкость*i*-го вида работ в расчёте на один трактор, чел-ч;N_T – количество обслуживаемых тракторов за год, ед; $Д_{ТЦi}$– доля объёма работ *i*-го вида, выполненного техническим центром; $Ф_i$– годовой фонд рабочего времени исполнителя, при выполнении i-го вида работ, ч.

Определив трудоемкость и численность исполнителей на отдельных видах работ можно обосновать общую потребность в исполнителях технического центра.

В таблице 2 приведена трудоемкость и потребность в исполнителях ТЦ в зависимости от количества реализуемых новых тракторов класса 3 и 4 тс.

Таблица 2 -**Трудоемкость и потребность в исполнителях технического центра в зависимости от количества новых тракторов.**

Вид работы	Трудоемкость на1 трактор, чел-ч	Количество рабочих (числитель) и ИТР (знаменатель) при количестве новых тракторов, ед					
		100	200	300	400	500	1000
Получение и доставка трактора в ТЦ	2,49	0,14	0,29	0,43	0,58	0,72	1,44
		0,03	0,06	0,09	0,12	0,15	0,30
Досборка и предэксплуатационное ТО	10,30	0,58	1,16	1,74	2,32	2,91	5,82
		0,11	0,23	0,34	0,46	0,57	1,14
Обкатка	38,90	2,21	4,42	6,63	8,84	4,05	22,1
		0,66	1,32	1,98	2,64	3,30	6,60
Доставка тракторов потребителю	10,80	0,62	1,24	1,86	2,48	3,10	6,20
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,24	2,48
Устранение последствий отказов	17,20	0,99	1,97	2,96	3,94	4,93	9,86
		0,20	0,39	0,59	0,78	0,98	1,96
Всего, чел	79,69	4,54	9,08	13,62	18,16	22,71	45,42
		1,25	2,50	3,75	5,00	6,24	12,48
Итого		6	12	17	23	29	58

По этим данным видно, что количество основных рабочих при 100 реализуемых тракторов за год составляет 4-5 человек, при 300 новых машин 13-14 человек, при 500 машин - 23 человека. На первом этапе количество реализуемых тракторов Т-95.4 через головной технический центр и его филиалы составляет 50-100 единиц. Был разработан перечень оборудования и технология выполнения работ по фирменному обслуживанию тракторов [7]. В соответствии с годовым объемом работ в помещении 18х12м, предусматривается три участка предпродажной подготовки. В виду того, что не все хозяйства имеют оборудование и специалистов для ремонта отдельных составных частей. В первую очередь это крестьянские хозяйства. Поэтому для близлежащих хозяйств предусмотрен участок для ремонта составных частей тракторов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В основе фирменного сервиса лежит разветвленная сеть технических центров (ТЦ), которая включает в себя областные кустовые и районные ТЦ, а также формирования в хозяйствах. Разработаны схемы взаимосвязи заводов-изготовителей и потребителей. Взаимодействие потребителя с заводом-изготовителем должно осуществляться при минимуме посредников с использованием, как правило, одноступенчатых связей.

Разработано руководство по фирменному техническому сервису тракторов Т-95.4, которое включает в себя документы для организации и работ. Разработана математическая модель подсистемы фирменного технического сервиса, связанная с устранением последствий отказов машин, которая позволяет определить рациональное число передвижных средств.

Одной из основных задач фирменного сервиса является повышение надежности тракторов в 2-3 раза до уровня зарубежных аналогов. Это позволит соответственно сократить число отказов, ремонтов и потребность в ремонтной базе. Разработано аналитическое выражение для определения величины трудоёмкости предпродажной подготовки тракторов в зависимости от их тягового класса, которое позволяет определить основные показатели по предпродажной подготовке для основных моделей тракторов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Черноиванов В.И. О стратегии технического сервиса в агропромышленном комплексе // Техника и оборудование для села. - 2005. - № 1. - С.2-5.

[2] Черноиванов В.И. Состояние и проблемы технического сервиса в агропромышленном комплексе // Механизация и электриф. с.-х.- 2002..- № 7. - С.2-6.

[3] Крохта Г.М., Коновалов В.В. Формирование современной системы технического сервиса в АПК. // Мех.иэлектриф. с.-х., 2002.- № 11. - С.2-3.

[4] Юдин М.И., Шепелев А.Б. Развитие технического сервиса машин в АПК // Мех.иэлектриф. с.-х.- 2003.- № 5. - С.7-9.

[5] Комплексная система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве, -М., ГОСНИТИ, 1985. - 143 с.

[6] Черноиванов В.И., Бледных В.В., Северный А.Э. и др. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве: Учебное пособие, -Москва-Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ, 2003. - 992с.

[7] Бабченко Л.А. Формирование системы технического сервиса сельскохозяйственной техники, диссерт... д.т.н., Алматы, КазНИИМЭСХ, 2010, 270с.

[8] Беляев Н.М. Повысить надежность и ремонтопригодность с.-х. техники // Техника в сельском хозяйстве.- 1981.- №9. - С.51-53.

Бабченко Л.А.,Усербаев М.Т., Болатова А.Б.

Ауыл шаруашылық тракторларының фирмалық техникалық сервисін жетілдіру

Түйіндеме. Қазіргі қалыптасқан жағдайды өзгерту үшін, машина жасаушы зауыт машинаның жұмыс істеу мерзімі кезінде, техникалық қызмет көрсету және жөндеу жұмыстарына қатынасуы керек. Фирма тракторларын сатуға дайындап, тұтынушыға жеткізіп, эксплуатация кезінде сервистік қызметін көрсетеді.

Техникалық орталықты құру және оның жұмысы туралы құжаттардан, өндірістік учаскелердің техникалық планынан, жабдықтардың табелі және сервистік жұмыстарды орындау туралы технологиялық ұсыныстардан тұратын, 3 және 4 ТС класы тракторларына фирмалық сервистік қызмет көрсету туралы нұсқаулығы әзірленген.

Кілт сөздер: фирмалық техникалық сервис; конструктивтік жетілдіру; трактор сенімділігін басқару; қиындықсыз жұмысын, ұзақжарамдылығын және қалпына келтіруді арттыру.

УДК 621.311

[1]T. Glushchenko, [2]T. Bedych

([1]Kostanay State University named after A. Baitursynov, Kostanay, Kazakhstan

[2]Kostanay Engineering and Economic University named after Myrzhakypa Dulatova, Kostanay, Kazakhstan

tatyana194@inbox.ru)

ENERGY CONSERVATION IN CATTLE BREEDING

Abstract. The ways of improving the efficiency of livestock production were considered through the creation of energy saving technological processes using renewable energy sources. Resources of solar energy and biofuels as

renewable energy sources for animal husbandry were identified. Bioenergy technology assessment carried out agricultural production. The analysis of livestock production technologies was made.

Key words: Energy, energy sources, energy resources, conservation of energy resources, bioenergy assessment, renewable energy.

[1]Т. Глущенко, [2]Т. Бедыч
([1]А.Байтурсынов атындағы Қостанай мемлекеттік университеті, Қостанай, Қазақстан
[2]Мыржакып Дулатов атындағы Қостанай инженерлік-экономикалық университеті,
Қостанай, Қазақстан. tatyana194@inbox.ru)

МАЛ ШАРУШЫЛЫҒЫНДА ЭНЕРГИЯНЫҢ ҮНЕМДЕУІ

Түйіндеме. Мал шаруашылығы өнімі тиімділігінің арту жолдары жаңғырмалы энергия көздерін пайдалануымен энергия үнемдеуінің технологиялық процесстерін құру арқылы қарастырылған. Мал шаруашылығының қажеттілігі үшін жаңғырмалы энергия көздері ретінде, күн энергиясы және биоотын ресурстары айқындалған. Ауылшаруашылық өнімдерінің өндіріс технологиясының биоэнергетикалық бағалауы өткізілген. Мал шаруашылығы өнімінің өндіріс технологиясының талдауы жүргізілген. Технологиялық дәйектілігі қосымшасының табиғи ресурстарының энергетикалық шығындары біліктілінген.

Қолданған сөздер: энергия, энергия көздері, энергетикалық ресурстар, энергия ресурстарының үнемдеуі, биоэнергетикалық бағалау, жаңғырмалы энергия көздері.

1 КІРІСПЕ

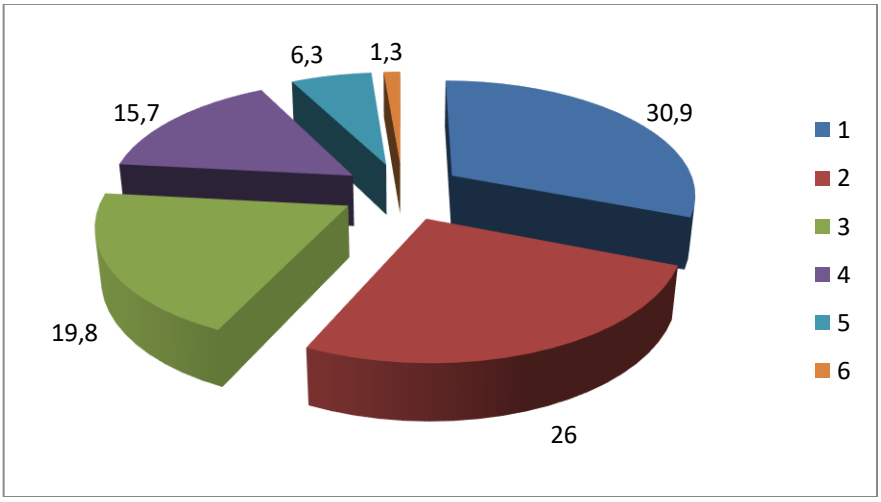
Электр және жылу энергиясының үнемі өсуі мал шаруашылығы өнімдерінің өзіндік құнын арттырады: ет және сүт өнімдері. Ет және сүт өнімдерінің құны шамамен 38% жылу мен электр энергиясын тұтыну шығындарын құрайды.

Мал шаруашылығында жыл сайын шамамен 50 млр. кВт·ч. электроэнергия шығындалады, ауыл шаруашылығында оның жалпы тұтынуы шамамен 40% құрайды. Ауыл шаруашылығында [1] жалпы өнімнің энергиясыйымдылығының үлесі жоғары (бастапқы энергоресурсына ауыстырғанда).

Мал шаруашылығының азығы өндірісінің дамуы энергетикалық ресурстарының қомақты тұтынуымен тежеледі, өндіріс көлемі ұлғаюының әр пайызы қосымша отын немесе электроэнергияның 2-4% шығының талап етеді.

2 ӘДІСТЕРІ

Энергияны үнемдеуді талдау үшін мал шаруашылығындағы энергияны тұтыну құрылымын қарастырамыз. Ұсынылған деректер 20-дан 400 сиырға дейінгі сиыр қабықшасының мөлшері диапазонының типі бойынша орташа және технологиялық карталарды әзірлеу негізінде алынған.



1-сурет. Мал шаруашылығындағы энергия шығындарын бөлу.
1 - жем өндіру және тарату; 2 - сауу және сүт өңдеу; 3 - қоқыстарды тазарту; 4 - микроклиматпен қамтамасыздандыру; 5 - сумен жабдықтау; 6 - жалпы.

Бұл міндеттің жүзеге асыруының өзара қосымша екі бағыттарын көрсетуге болады. Бірінші – тапшылық дәстүрлі энергия тасымалдаушыларын қолжетімді жаңғырмалы энергия көздеріне алмастыруы, энергетикалық жүйесінің энергобаланс кернеуін анағұрым төмендетеді. Екінші – олардың энергия тұтынуын төмендету бағытындағы қолда бар технологиялық процесстерді жетілдіреді.

3 НӘТИЖЕЛЕРІ

Энергия тұтынуын қысқарту үшін, мал шаруашылығында пайдалануға болатын және Солтүстік Қазақстан аймағы үшін тән резервтерді қарастырамыз.

Жем алудың биоэнергетикалық тиімділігінің компоненттерін қарастырамыз.

Жоғарыда айтылғандай, біз мал шаруашылығының фермасында тек қана энергетикалық ағындарының конверсиясын қарастырамыз, алайда мал шаруашылығының жалға алу ұжымы жұмыс істеу шарттарында азық өндірушілерімен тығыз байланысады, сондықтан азық алуының биоэнергетикалық кпд арттыру бойынша қысқаша ұсыныстар береміз (ұнтақталған бидайдан азық дайындауын алып тастағанда, солом және силосты ору).

Барлық өсімдіктермен сыртқа берілетін жарық энергиясынан тек қана (3-720мм) ФАР радиацияның фотосинтетикалық активті энергиясы (ФАР) игеріледі.

ФАР энергиясы барлық күн энергиясынан шамамен 43% құрайды. Өсу мерзімінде бір гектарға ФАР жарық энергиясының 8-40 МДж керек, биомассада тек 80 мың МДж запасталады– энергияның басқа бөлігі жоғалады.

Нақты ФАРо кпд 30%-ға жетуі мүмкін, яғни жаңа сорттарды шығару және азық дақылдарын шығаруының жаңа технологиясын пайдалану есебінен биоэнергетикалық кпд шамамен 30 рет арттыруға болады.

Төмендегі индикатор тыңайтқыштар мен жабдықтардың қолданылу тиімділігін сипаттайды.

Осы көрсетілген коэффициент халық шаруашылығының (машина құрылысы, химиялық өнеркәсібі және т.б.) сабақтас салаларының негізінде ғылыми-техникалық прогресінде анықталады. Оны пайдаланатын минералды тыңайтқыштар санын (энергия жиынтығының энергошығынының құрылымында 65-70 % орын алады) төмендету жолдары арқылы ұлғайтуға болады және жер құнарлығын анағұрым көрсететін органикалық тыңайтқыштардың үлесін арттырады. Минералды тыңайтқыш азотының саны 65% құрайды, яғни 20-25% -ға биоэнергетикалық кпд [2] арттыруға болады. Бұдан басқа органикалық тыңайтқыштың сапасы қиларды зарарсыздандыруына және күрделі органикалық қосындыларды (азот, көмірсутегі, оттегі және т.б.) таратуға мүмкіншілік бергенде, биогазды энергетикалық қондырғылар пайдалану есебінен артады.

Жиынтық энергия шығынының маңызды бабы электроэнергия және отынды (бензин, газ, мұнай және т.б.) тікелей пайдалануы болып табылады және электроэнергия.

Жемдік дақыл өндірісіне энергошығын құрылымында отынның үлес салмағы шамамен 10,7-6,9% құрайды. Отынның тұтынуын төмендету үшін екі вариант бар:

1. Үнемді технологияларды пайдалану, тракторларда, автомобильдерде және т.б.отынның рационалды шығыны.

2. Жаңғырмалы энергия көздерінің кең пайдалануы (күн, жел, биогаз, жылу энергиясының және т.б. шығарындыларын пайдаға асыру).

Бірінші вариантты аңығырақ қарастырайық: энергия үнемдеуінің елеулі резерві технологиялық операцияның үйлесімі және құрама машиналардың пайдалануы болып табылады. Жоғарыда айтылғанның негізінде жемшөп алуының биоэнергетикалық к.п.д. 0,6-2,4% -ға арттыруға болады (жағдай барысында, мезгілінде барлық отыннан 10-15% тыңайтқыш өндеуіне кетеді).

Жемшөп дақылының энергосыйымдылығын төмендетуінің маңызды бағыты болып машина-трактор паркі құрылымының оңтайландыруы табылады. Бұл құрылымда шынжыр табанды және доңғалақты тракторлардың оптималды қатынастарын қамтамасыз ету қажет, өйткені алғашқыларында отын шығынының салмағы 8-15% аз, яғни биоэнергетикалық к.п.д. 1-3% -ға арттыруға болады.

Астықты тарту барысында энергияны үнемдеу үшін комбайнмен егін жинауын салыстырғанда стационарда 50-60% -ға сұйық отынның шығынын төмендетуіне мүмкіншілік туғызатын, дәнді-бұршақ дақылдарының тарту технологиясын енгізуге болады.

Екінші вариантқа қатысты отын тұтынуының қысқаруы, отын беруінің автоматикалық жүйесін пайдалану жағдайында пайдаланатын ішкі қозғалтқыштарының үнемділігі 10-15% құрайды.

Азық алуының биоэнергетикалық кпд арттыру үшін маңызды резерві болып, жаңғырмалы энергия көздерінің пайдалануы табылады.

Осы коэффициентті арттыру арқылы азық алуының биоэнергетикалық кпд артуы анағұрым жетістікке жетуі мүмкін. Әсіресе бұл шөп ұннан түйіршек және т.б. әзірлеу барысында электр және жылу энергиясының шығының анағұрым талап ететін үлкен маңызы бар. Шөп ұнын әзірлеу барысында жиынтық энергияның шығыны шөпті алдынала кептіргенде тұжырымдалып 60-70% жетеді. Оларды 66-82%-ға төмендету үшін барабан типті жоғары температурадағы агрегаттарда сұйық отынның кейінгі шығының азайтуына мүмкіншілік туғызатын күн гелиоқондырғылар көмегімен алынған шөпті кептіріп алу үшін жылу энергиясы пайдаланады. Сонымен, шөп ұнының брикеттерін, түйіршектерін алу үшін биоэнергетикалық кпд 35,2-57,4 % көтеруге болады.

Стационарларда жем-бұршақ дақылдарын кептіру және тарту үшін болашақта күн және жел энергиясын пайдалануға болады.

Мал шаруашылығы өнімдерін (сүт) алудың биоэнергетикалық тиімділігін қарастырамыз.

Мал ағзасы азықтың жартылай энергиясын игереді. 35% -дан 50%-ға дейін жемшөптің жалпы энергиясы табиғи бөліп шығуын жоғалтады. [4].

Мал азығының энергиясын игеруінің биоэнергетикалық кпд-не өнімділік деңгейі және мал салмағы ықпал жасайды. Осылайша, 500 кг. салмақ тартатын сиырда 4000 кг сүттің жылдық өнімділігінде (құнарлығы -4%) энергетикалық тиімділігі 29,5 % тенеледі, ал 5000 кг болғанда –32,8%, 6000 кг болғанда - 35,5, яғни өнімділіктің 1000 кг көтерілуі 3 %-ға мал азығы энергиясының пайдалануын жақсартуына апарып соғады. Сиырдан алынатын 5000 кг сүт өнімділігінен жылдық көрсеткіші 400 кг салмағында 35,2% және 31,2 %- салмағында 600 кг. құрайды. Бірдей өнімділікте сиырдың тірідей салмағының 100 келіге артуы, азық пайдалануының энергетикалық тиімділігін 4%-ға төмендетеді. [5]. Сондықтан, мал өнімдерінің өндірісіне жиынтық энергошығындарында ең үлкен салмақ – сүт өніміне жемшөп (69%) жұмсалады, олай болса өнімдегі (сүт) азықтың энергетикалық конверсиясы 2-3% -ға артуы, жалпы биоэнергетикалық кпд 1.4,-2.1% -ға артуына әкеледі. Егер осыны энергияға аударғанда, жылына бір сиырдан алынатын сүт өндірісінің жиынтық энергиясы 150-175 ГДж құру есебінен, онда жылына бір сиырдан түсетін үнемділік 1,02-1,75 ГДж құрайды.

Келесі индикатор жабдықтарды, қондырғыларды және т.б. пайдалану тиімділігін сипаттайды. Осы коэффициентке үлкен дәрежеде өнеркәсіптің (машина құрылысы, электротехникалық машина құрылысы және т.б.) шектес салаларында ғылыми-техникалық прогресстің деңгейі әсер етеді. Жалпы, баланста сүт өндірісіне шығындалатын жиынтық энергия 2,24-3,5% құрайды [6].

Жабдықтарда, бөлмелерде және т.б. пайдаланатын энергияның арту резервтары металл-материал сыйымдылығы салмағының жеткілікті төмен көрсеткіштерімен мал шаруашылығында пайдаланатын технология және техникалық құралдарының жаңа түрлерін әзірленіуінде өлшенеді, өйткені бастысы металл (металлолом және кенді қайта балқытуы) және құрылыс материалдарының өндірісіне жұмсалады.

Келесі көрсеткіш мал шаруашылығы өнімдері - сүт өндірісінде отын-энергетикалық ресурстарды пайдалану тиімділігін сипаттайды. Сүттегі жиынтық энергошығынының құрылымындағы отын-энергетикалық ресурстарының тікелей үлесіне 14,9-49,4% келеді (бөлмелерді жылыту, ыстық су алу).

Энергетикалық ресурстарының тікелей шығындарының төмендетуін технологиялық процесстер мен жабдықтарды жетілдіру арқылы жетістікке жетуге болады. Мысалы, малдарды терең ауыстырмалы төсеніштерде ұстау, сонымен қатар, бос жіберетін-боксте ұстау және қиларын дельта-скреперлермен тазартуы, жылына бір мал басына 23,2-25,9 ГДж –ға еден қи сақтағыштарымен сиыр қораларында ұстауымен салыстырғанда, энергосыйымдылығының салмағын төмендетуіне мүмкіншілік туғызады немесе 13,8-15,8% -ға, биоэнергетикалық кпд 2,1-7,3%-ға көтеруіне жағдай жасайды.

Биоэнергетикалық көрсеткіштер бойынша технологияларды талдау барысында энергияның негізгі шығындары жемшөп таратуына кететін ЖЖМ шығынына байланыстылығы айқындалды (2,5-2,8 ГДж/ жылына бір бас малына). Осы мақсаттар үшін ішкі жану қозғалтқыштарының орнына электржетегімен мобильді жемшөп таратуының пайдалануы, процесстің энергосыйымдылығын 8 ретке төмендетеді. Мал шаруашылығы өнімі өндірісінің жалпы энергосыйымдылығын төмендету үшін, электр энергияның (аккумуляторлы батарей тәрізді) жеке сенімді көздерімен жарақтанған жемшөпті тасымалдау және тарату электромобильді жүйелерін тиімді әзірлеу қажет. Сондықтан,

технологиялық процесстер үшін электрлік энергияны пайдалану арқылы азықты тасымалдау және тарату, ыстық суды алу, бөлмелерді жылытуы 5,5-7,3 ретке төмендейді [7], ал биоэнергетикалық кпд 12,2-42 % -ға көтеріледі.

Мал шаруашылығының фермаларында энергияны тұтыну құрылымында бөлмелердегі оптималды микроклимат құруының және қолдауының шығын үлесінің жалпы шығыны 40-90% құрайды [8].

Микроклиматты қамтамасыз ету барысында энергия шығынының төмендеуіне сатылы (4-3,3% биоэнергетикалық кпд жоғары) режіммен салыстырғанда, 25-30 % - ға шығындалатын энергиясы аз ауыстырып қосатын қуаттың сатысыз режімімен желдеткіштерді пайдалану арқылы жетістікке жетуге болады. Жылыту-желдеткіш жабдықтарды автоматтандыру арқылы 10-15 % -ға энергия үнемдеуін арттыруына қол жеткізуге болады.

Келесі көрсеткіш қайта қалпына келтірілетін мал шаруашылығы процестерін қолданудың тиімділігін сипаттайды.

Жаңғырмалы энергия көздерінің пайдалануы биоэнергетикалық кпд анағұрым арттыруға ықпал етеді.

Маңызды потенциалды энергетикалық ресурстар жаңғырмалы энергия көздерін пайдалану арқылы өлшенеді. Ферма және кешендік өнімдерінің ең көп энергетикалық потенциалы – қи болып келеді. Малдардың түрлерінен және рационынан тәуелсіз азық энергиясының салмағы 35-45% құрайды. Қиды қайта өңдеу үшін анаэробты ферментация тәсілімен өңдеу жүргізілетін биоэнергетикалық қондырғылар пайдаланады, оның нәтижесінде биогаз пайда болады (құрамында 70% дейін метан бар). 1м^3 биогаздың жану жылылығы 20-25 МДж тең келеді, сондай-ақ 0,8 кг отын шартына сәйкес келеді. Теоретикалық ірі қара мал бірлігінің қиынан (тәулігіне) 2 м ^{3} дейін шамамен 40 [9] энергетикалық потенциалымен биогазды алуға болады. Біздің елдің ауқымында бұл жалпы энергетикалық потенциалмен отын жағд.180 мың т. эквивалентті тәулігіне 205 млн. м^3 биогаз құрайды. Сондықтан, БЭУ-де қидың анаэробты ферментациясының даму деңгейі мал шаруашылығының фермасында энергияның жылдық шығының шамамен 30-50% -ға орнын толтыру мүмкіншілігі, сүт алуының биоэнергетикалық кпд 12-14 % - ға арттырады. Бұдан басқа БЭУ- да қидың зарарсыздандыруы өтеді және қиды компостырылған (аэробты ферментация) зарарсыздырылған тәсілден ерекше жоғары сапалы (бұл жағдайда азоттың денитрификациясы болмайды) органикалық тыңайтқыш пайда болады.

Келесі жаңғырмалы энергия көзі сиырдан алынған сүт болады. Мамандарымен 28^0 С -дан 4^0 С – ға дейін сүтті суыту барысында ($E_м$, кВт·с) босаты энергиясының тәуелді орта жылдық саны бірнеше факторлардан алынған [10] :

$$E_M = 2{,}56 \cdot 10^{-2} \cdot N \cdot V, \qquad (1)$$

мұндағы N- қара мал сауынды сиыр, басына.;

V- сиыр өнімділігі, кг/басына.

Мал өнімділігі барысында осы тәуелділікті талдағанда жылына 3000 кг/басына. 1 сиырдан 0,27 ГДж энергия алуға болатына қорытынды жасауға болады. Сондықтан, сүттің жылу энергиясын жылыту сорғысы көмегімен пайдаға асыруы, биоэнергетикалық кпд 0,15-0,30 % -ға арттыруына мүмкіншілік туғызады.

Бөлмелерде оптималды микроклимат жасауының және ұстауының энергошығының төмендетуінің маңызды резерві жалпы шығынның 40-90 % құрайды, ал жалпы алмастыру желдеткіш жүйелерін 65% - ға дейін шығарылатын ағын ауаның (салқын ауаның) жылу энергиясын кетіреді [11]. Бұл жылу энергиясын өнеркәсіптік пайдаға асыруын (жылуалмасулар, регенераторлар, жылу сорғысы) пайдалану арқылы салқын желді жылту үшін қолданады. Жылыту маусымның ең суық кезеңінде ауа ортасының рециркуляциялануы болашақта ең көп пайдаланады. [12].

4 ТАЛҚЫЛАУ

Заманауи жылуды пайдаға асырғыштары, кетіретін 0,4-0,5 жылу энергиясын алу тиімділігі, 10-12 % -ға сүт алуының биоэнергетикалық к.п.д. арттыруына және жылына 1 басқа 13-15,6 ГДж үнемдеуіне мүмкіншілік туғызады.

Талдау нәтижесінде мал шаруашылығы өнімдерін өндірудің әртүрлі кезеңдерінде жаңғырмалы энергияны пайдалану мал шаруашылығындағы энергия шығынын азайтып, өндіріс шығындарын азайтады деп айтуға болады (кесте 1).

Кесте 1 - **Жаңартылатын энергияны мал шаруашылығында қолдану**

Технологиялық процесс	Энергияны тұтыну, %	Жаңғырмалы энергия түрі	Технологиялық процесстің шығындарын азайту, %	Энергияны үнемдеу, %
Жем өндіру және тарату	30,9	ФЭП, ВЭУ, БЭУ,жылу сорғысы	22-28	6,8-8,6
Сауу және сүт өндеу	26	ФЭП, ВЭУ,жылу сорғысы	30-35	7,8-9,1
Қоқыстарды тазарту	19,8	ФЭП, ВЭУ	28-30	5,5-7,8
Микроклиматпен қамтамасыздандыру	15,7	Күн коллекторы, ВЭУ, жылу сорғысы	25-30	3,9-4,71
Сумен жабдықтау	6,3	Күн коллекторы, ВЭУ, жылу сорғысы	33	1,89
Жалпы	100			25,89-32,1

Дәстүрлі жылумен жабдықтау жүйесінің орнына жылу сорғыоарын пайдалану шығындарды 1,5 есе азайтады.

Мал шаруашылығы өнімдерін алудың технологиялық процестерінде жаңғырмалы энергияны қолдана отырып, Мал шаруашылығы өнімдерін алудың технологиялық процестерінде жаңартылатын энергияны қолдана отырып, 25,89-32,1% энергия үнемдеуге қол жеткізуге болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] T.Glushchenko,T. Bedych, V. Podvalnyy, Yu. Cherkasov . The structure of a closed cycle of energy production with self-healing process of soil fertility. // Atlantis press. Advances in Intelligent Systems Research, volume 167 International Scientific and Practical Conference “Digitization of Agriculture - Development Strategy” (ISPC 2019)

[2] V. K. Pestis, P. F. Bogdanovich, D. A. Grigor'yev. – Osnovy energosberezheniya v sel'skokhozyaystvennom proizvodstve : ucheb. posobiye dlya studentov uchrezhdeniy, obespechivayushchikh polucheniye vyssh. obrazovaniya po s.-kh. spetsial'nostyam / – 2-ye izd. – Minsk : IVTS Minfina, 2014 – 200 s. : il.

[3] L.M. Chetoshnikova, Nontraditional Renewable energy sources. Study Guide – Chelyabinsk SUSU Publishing Center 2016, 69 pp.

[4] S. P. Kundas, S. S. Pozniak, L. V. Shenets, RENEWABLE ENERGY SOURCES, Minsk 2009, 315 pp.

[5] Renewables 2014. Global status report. Renewable Energy Policy Network for the 21st Centure. www.ren21.net.

[6] Sibikin Yu.D., Sibikin M.Yu., Unconventional renewable energy sources, Radiosoft, 2017, 232 p.

[7] Vissarionov VI, Methods for calculating renewable energy resources. Study Guide - Moscow, MEI, 2018, p.144

[8] Vitkovskaya S.E. Solid domestic waste is an anthropogenic link in the biological cycle. - SPb, 2018. - 132 p.

[9] Grinin A.S. Industrial and household waste. Storage, recycling, recycling // Tutorial. - M .: Grand FAIR-PRESS, 2002. - p. 330 - 334.

[10] Peter McKendry, Energy production from biomass (part 2): conversion technologies Bioresource Technology 83 (2015) 47–54

[11] Wenner H. Energie sparen in der Kilchviekhalfung // DLZ – Landtechn. 2018. Bd 32. N 2.3.162-163.

[12] Sethi V.P., On the selection of shape and orientation of a greenhouse: Thermal modeling andexperimental validation, Solar Energy 2017, 83(1), 21-38.

[13] Saving money by reducing waste. Waste minimisation manual: a practical guide for farmers and growers. PB11674. Published by Defra and BOC Foundation, April, 2016

[14] Thompson, A.J., King, J.A., Smith, K.A. & Tiffin, D.H. 2007 Opportunities for reducing water use in agriculture. Defra WU0101.

[15] Smith, K.A., Charles, D.R. & Moorhouse, D. 2000 Nitrogen excretion by farm livestock with respect to land spreading requirements and controlling nitrogen losses to ground and surface waters. Part 2: Pigs and poultry. Bioresource Technology 71: 183-194.

Глущенко Т., Бедыч Т.

Энергосбережение в животноводстве

Резюме. Рассмотрены пути повышения эффективности продукции животноводства путем создания энергоэкономических технологических процессов с использованием возобновляемых источников энергии. Определены ресурсы солнечной энергии и биотоплива в качестве возобновляемых источников энергии для нужд животноводства. Проведена биоэнергетическая оценка технологии производства сельскохозяйственных продуктов. Проведен анализ технологий производства продукции животноводства.

Ключевые слова: энергия, источники энергии, энергетические ресурсы, сбережение ресурсов энергии, биоэнергетическая оценка, возобновляемые источники энергии.

УДК: 621.772 (075.8)

[1]A.K. Zhunussova, [1]N.K. Smagulova, [1]L.A Kurmangaliyeva, [2]A.Y. Uderbayeva
[1]G.A Smailova
([1]Kazakh National Agrarian University, [2]Almaty Technological University.
E-mail: gulbarshyn@mail.ru)

RESEARCH METHODS TO REDUCE THE LONGITUDINAL THICKNESS WHEN ROLLING

Abstract: The article deals with various ways to reduce the longitudinal thickness when rolling. The findings allow optimizing the compression mode during cold rolling. The most important parameters of rolling, which determine the coefficient of alignment, are the compression tension and stands, as well as between the extreme stands and winders.

Keywords: blades, compression, mill, alignment ratio, compression mode, strip tension.

[1]А.Қ Жунусова, [1]Н.К. Смагулова, [1]Л.А. Курмангалиева, [2]А.Е. Удербаева, [1]Г.А.Смаилова,
([1]Казахский национальный аграрный университет, [2] Алматинский технологический университет, e-mail: gulbarshyn@mail.ru)

ПРОКАТТАУ КЕЗІНДЕ БОЙЛЫҚ ҚАЛЫҢДЫҚТЫ АЗАЙТУ БОЙЫНША ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕРІ

Түйіндеме: Бұл мақалада прокаттау кезінде бойлық қалыңдықты азайтудың түрлі тәсілдері қарастырылады. Алынған қорытындылар суық илектеу кезінде қысу режимін оңтайландыруға мүмкіндік береді.Тегістеу коэффициентін анықтайтын илектеудің маңызды параметрлері созылу мен клеттермен, сондай-ақ шеткі клеттер мен моталкалар арасындағы қысу болып табылады.

Кілтік сөздер: пракаткалар, қысу, стан, тегістеу коэффициенті, жолақтың керілуі, табақтарды илектеу

Есепті қою тұжырымдалған. Бұл жағдайда ең үлкен мәнге жеткенде, k рұқсаттамалар үшін

$$\prod_{i=1}^{k}\left(1+\frac{M_k}{M_n}\right)$$

қысу режимін оңтайлы деп санаймыз. Белгілі бастауыш $h_o = H$ және соңғы h_k жолақтың қалыңдығы. Күйдіру рұқсаттамалары бойынша бөлу қажет $\Delta h_i = h_i - h_{i-1}$ және желіаралық керілуі $\sigma_i (i = 1,2,\ldots,k)$. Осылайша, екі өзгермелі параметр, бұл критерий максимум іздеу рәсімін қиындатпайды.

Суықтай илектеу кезінде әр өткізгіште қысуды шектейтін басты параметр прокаттаудың рұқсат етілген күші болып табылады $[P]_i$. h_i қалыңдығын өзгерту ауқымы басқа шектеулермен де анықталуы мүмкін. [1,2]:

$$\Delta h_i > 0,\ \alpha < [\alpha],\ M < M_{экв}.$$

Тапсырма динамикалық бағдарламалау әдісімен шешіледі [1,2]. Сонымен қатар, бұл әдіс басқа да стандардарда және басқа өлшемдер бойынша сығудың оңтайлы таралуын табады. Бірақ суықтай прокаттау мысалында оңтайлы шешімді іздеу рәсімін қарастыру оңай, себебі бұл жерде ол өте оңай.

Сығудың оңтайлы режимін h_i, σ_i координаттары белгісіз кейбір нүктелер бойынша өтетін сынған сызық түрінде ұсынамыз.

Динамикалық бағдарламалау әдісімен шешу Беллман теоремасына негізделген, біз келесідей тұжырымдаймыз: егер h_o, σ_o координаттары бар бастапқы нүктеден *i*-й клетке дейінгі оңтайлы маршрут бойынша өту мүмкін болса және бұл ретте координаттары бар нүктеге келсе, онда k-клетке маршрут бойынша одан әрі қозғалысты оңтайлы маршрут бойынша жасау керек. Бұл тривиальды мәлімдеме, бірақ ол критерий минимумын іздеу стратегиясын құруға мүмкіндік береді. Шешімді прокаттау барысында да, кері бағытта да жүргізуге болады. Көбінесе есептеу прокаттау барысына қарсы жүргізіледі.

Соңғы *k*-м рұқсаттамада соңғы берілген мәндер h_k, σ_k, M нүктелеріне сәйкес, әр түрлі жолдармен алуға болады.

A_1, A_2, нүктелерінен ..., (k – 1)-клети M *k*-клети нүктесіне ауысудың әртүрлі жолдарын тексереміз. Әр ауысу үшін $\Delta h_k = h_{k-1} - h_k$. қысымын есептейміз.

Содан кейін тиісті формулалар бойынша басып алу бұрышын, күш пен илектеу моментін табамыз.

Алынған мәндерді рұқсат етілген мәндермен салыстырамыз. Қысу теріс болуы керек ($\Delta h > 0$) және басып алу бұрышы, прокаттаудың ең жоғары күші және номиналды сәті бойынша шекті рұқсат етілген мәндерден аспауы тиіс.

Шектеулермен өткен барлық маршруттарды есте сақтау керек, өйткені әрбір A1,A2... нүктелері арқылы ізделетін оңтайлы маршрут өтуі мүмкін. Мұндай нүктелер N_{k-1} дана болсада. Олардың әрқайсысы үшін J_k критерийлерінің мәнін есептеу және есте сақтау қажет. Мұнда критерийдің тек бір ең төменгі мәнін есте сақтау мүмкін емес, өйткені әзірге нақты A_1, A_2,... нүктесі арқылы белгісіз оңтайлы маршрут өтеді. (K – 2) -ші клетиді қарау кезінде стратегия өзгереді. Біз алдымен бір B1 нүктесін таңдаймыз және одан барлық A1, A2..., нүктелері арқылы маршруттарды саламыз (k – 1) клеті.

Әрбір маршрут үшін $\Delta h_{k-1} = h_{k-2} - h_{k-1}$ қысымын есептеп шығарамыз және тек қана шектеулер бойынша өтетін мәліметтерді қарастырамыз. Олардың әрқайсысы үшін J_k J_{k-1} өлшемінің мәнін есептеп шығарып, Беллман теоремасын пайдаланып, барлық маршруттардан тек біреуін есте сақтаймыз, ол $J_k J_{k-1}$ ең төменгі көбейтіндісін қамтамасыз етеді.

Осылайша B1 нүктесі үшін тек бір нүкте A анықталады (A1 нүктесі). Бірақ оңтайлы маршрут B1 нүктесінен өту міндетті емес, сондықтан басқа нүкте (B2) үшін де есептеу қажет және $J_k J_{k-1}$. B (*k* – 2) -ші жазықтықтағы ең аз туындысы бар бір маршрутты сақтау, осылайша N_{k-2} маршрутты сақтаймыз. і тегістеу коэффициентін анықтайтын прокаттаудың маңызды параметрлері $\Delta h = H\text{-}h$ қысу болып табылады, і-й және (*i* – 1) – ші клеттер арасында, сондай-ақ шеткі клеттер мен моталкалар арасында σ_o және σ_k қысу $\Delta h = H - h$, σ_i созылу болып табылады [1,2].

Алайда, теңестіру коэффициентіне басқа факторлар да әсер етеді, ең алдымен металдың білікке қысымын және илектеу күшін (үйкеліс коэффициенті, біліктер бетінің жай-күйі, илектеу жылдамдығы және т.б.) төмендететін факторлар.

Жолақтың қысылуын арттыру оны теңестіруге ықпал етеді [1,2]. Бұл Δh қысымының өсуіне байланысты δh бүртіктерінің үлесі және олардың қысым тербелісіне әсері әлсірейді.

Сондықтан, қабылданған оңтайлы күйдіру режимін түсіндіруге болады, мысалы, 4 – клет станында 1700 ЧерМК: бірінші клетте – 25 – 28%, екінші клетте – 32 – 34%, үшінші Илектеу соңында қысудың ұлғаюы оның тегістелуіне ықпал етеді. Соңғы клетте жоғары сапалы парақ бетін қамтамасыз ету үшін 18 – 20% дейін төмендетілген.

Соңғы клетте жоғары сапалы парақ бетін қамтамасыз ету үшін 18 – 20% дейін төмендетілген.

Клеттер арасындағы жолақтың созылуы қысымды төмендетеді және сәйкесінше жолақтың тегістелуіне ықпал етеді, созылу тербелістері ұзына бойы әртүрлі қалыңдығын арттырады [1,2]. Тұрақты және жоғары кернеу (0,3 – 0,5) σ_{si} үздіксіз станда оңтайлы болып саналады; жоғары созылу қауіпті, себебі клеттер арасындағы парақтың үзілуі артады, әсіресе тігістерді прокаттауға байланысты динамикалық әсерлер болған кезде. Екінші жағынан, табақтың бетінің сапасын қамтамасыз ету үшін илектеу соңына керу төмендейді. Тұрақты берілген керуді пайдалану арқылы қамтамасыз етуге болады. Жолақтың тегістелуіне илектеу Күшін төмендететін басқа да технологиялық факторларыда ықпал етеді. Тиімді эмульсияларды қолдану илектеудің күшін, илектеудің энергия шығынын төмендетеді, сондай-ақ бойлық әртүрлілікті азайтады және жолақтың планшетін жақсартады.

Суықтай илектеу технологиясындағы бағыттардың бірі симметриялы емес илектеу, яғни біліктерде илектеу, әртүрлі айналу жылдамдығы болуы[1,2].

Осы мәселені қарастыру кезінде илектеу теориясында металдың біліктерге қысымын төмендететін әсерлер байқалды. Нәтижесінде суық симметриялы емес прокаттау кезінде дәлдік артады және табақтың ұзына бойлық және көлденең әр түрлі қалыңдығы 25-30% – ға азаяды.

Сонымен қатар, деформация ошағында үйкеліс күшінің қарама-қарсы бағыты бар аймақ бар кинематика илек қимасы бойынша механикалық қасиеттерді теңестіруді, Болаттың беріктігін төмендетуді, жоғарғы бетінің тазалығын жақсартуды қамтамасыз етеді.

Үздіксіз станда 1700 ЧерМК прокаттаудың құрамдастырылған режимі енгізілген, бұл кезде клеттер жылдамдықтарды келісумен және келісусіз кезектеседі [1,2]. Илектеудің аралас режимдерінің теориялық аспектілері металдарды қысыммен өңдеу теориясында қарастырылды. Мұндай режим прокаттаудың барынша тұрақтылығын және беттің дәлдігі мен тазалығы бойынша ең жақсы көрсеткіштерді қамтамасыз етеді.]. Еске салсақ, оның негізгі идеялары деформация ошағын құруға алып келеді, біріншіден, біліктерге металдың қысымы мен біліктердің жылдамдықтарын келісу есебінен илектеу күші төмендейді және екіншіден, илектеу процесін өзін-өзі реттеуді қамтамасыз ететін қамту учаскесінде үйкеліс Күштерінің резерві құрылады. Осының негізінде бірнеше құрылымдық шешімдер ұсынылды. Мысалы, кварто стандарында прокаттау кезінде жұмыс біліктері тіреу біліктері орталықтарының желісіне қатысты прокаттау бағыты бойынша 5 мм-ге дейінгі шамаға жылжиды. Бұл ретте металдың біліктермен түйісуінің ұзындығы ұлғаяды және илектеу күшінің тербелісі кезінде жолақтың қалыңдығының аз ауытқуына ықпал ететін үйкелудің қосымша (резервтік) күштері қалыптасады. Жұмыс біліктерін ауыстырған кезде олар жастықтар мен станиналарға тығыз қысылады, сондықтан жоғары жылдамдықтағы прокаттау кезінде жолақтың вибрациясы жойылады.

Жұқа табақтарды прокаттау кезінде үздіксіз орнақтың соңғы клеттерінде немесе нығыздау орнағында деформацияның аса төменгі ошағы іске асырылады [1,2,6]. МҚӨ теориясында мұндай ошақтардың артықшылықтары мен кемшіліктері қарастырылған. [3,4,5]. Олар алдын ала сығылған біліктерде немесе біліктердің жоғары серпімді деформациясына қол жеткен жағдайда сығылмаған біліктерде илектеу кезінде орын алады. Біліктердің серпімді қабыстырылуы есебінен пайда болған серпімді аймақтар деформация ошағында кернеуді қалыптастыру кезінде шешуші рөл атқарады. Деформация ошағындағы пластикалық аймақ өте жоғары қысу кернеулерімен қуатты серпімді аймақтарға тіреледі. Нәтижесінде пластикалық аймақта қысым ауқымды түрде өседі. Бірақ табақты илектеу үшін өте төмен ошақта илектеу күші илектеудің тудырғыш факторларына жауап бермейтіні маңызды, ол әрдайым тұрақты және қысу тербелісіне байланысты емес. Егер бастапқы жолақ ұзына бойлық әр түрлі қалыңдық болса, онда ұзындығы бойынша қысудың айырмасы илектеу күшіне әсер етпейді. Тұрақты күшпен илектеу кезінде ұзындық бойынша жолақ тегістеледі. Біліктердің «жұмса» және оның диаметрі көп болған сайын, соғұрлым байланыс бетінде серпімді аймақтар дамиды, соғұрлым теңестіру әсері көп. Бұл қорытындылар жұқа жолақтарды илектеу және үйрету кезінде кеңінен қолданылады. Кейбір жаттықтыру орнақтарында жоғары емес сыртқы қаттылығы бар жоғары диаметрлі біліктер орната бастады (бірақ, әрине, біліктерді басудан аулақ болу үшін жеткілікті).

Қорытынды. Ең аз ұзына бойлық және көлденең әр түрлі қалыңдығы бар дәлдігі жоғары жолақтарды прокаттаудың ең көп таралған тәсілі көп білікшелерде илектеу болып табылады, әсіресе 20-білікті, станда. Бұл стандар жұмыс біліктерінің кіші диаметріне ие, клеттің жоғары қаттылығы бар, жоғары созылғыштармен жұмыс істейді, бұл жолақтарды өту үшін үлкен қысу және қалыңдығына және әр түрлі қалыңдығына аз рұқсатнамаларға айналдыруға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТ

[1]. Рудской А.И., Лунев В.А. Теория и технология прокатного производства: Учебное пособие. – СПб.: Наука, 2005. – 540 с. 377 ил.

[2]. Технология процессов обработки металлов давлением/Полухин П.И., Хензель А. (ГДР), Полухин В.П. и др. / Под ред. Полухина П.И. –М.: Металлургия, 1988. 408 с.

[3]. Смирнов В.С. Теория прокатки. М.: Металлургия, 1967. 460 с., ил.

[4]. Грудев А.П., Теория прокатки. М.: Интермет Инжиниринг, 2001. 280 с.

[5]. Анализ современных методов оценки штампуемости низкоуглеродистых листовых сталей / О.А. Братусь, А.А. Востриков, Л.А. Никитина и др. //Черная металлургия: Бюллетень института «Черметинформация», 1989, вып. 1. – С 37-43.

[6]. Андрионов Ю.М., Субстто А.И. Квалиметрия в приборостроении и машиностроении. Л.: Машиностроение, 1990. 216 с.

[7]. Морозов А.А., Мишин М.П., Антипенко А.И., Малова Н.И. Совершенствование технологии отжига крупнотоннажных рулонов в одностопной колпаковой печи // Бюллетень «Черная металлургия», 2002 г. №6. С. 27–30.

[8]. Влияние режимов отжига холоднокатаной ленты в колпаковых печах на образование дефекта в виде серо-голубых разводов / Залетова Е.Д., Яковлева Е.Б., Смирнов П.Н., Сенина Е.А., Пелевина С.И. // «Сталь», №6. 2006 г. С. 102–103.

[9]. Патент РФ №2230804, МКИ C21D/673 Конвекторное кольцо для отжига в колпаковой печи стальных холоднокатаных полос в рулонах. Чернов П.П., Долматов А.П., Тимофеев В.А., Милованов А.А., Покачалов Ю.И.

[10]. Улучшение качества поверхности холоднокатаных полос. Сообщение 2 / Божков А.И., Настич В.П., Чернов П.П., Титов Е.В., Складчиков В.М., Синельников В.Н. // «Производство проката», №3. 2003 г. С. 9–15.

Жунусова А.Қ, Смагулова Н.К., Курмангалиева Л.А., Удербаева А.Е., Смаилова Г.А.

Методы исследования по уменьшению продольной толщины при прокатке

Аннотация: В статье рассматриваются различные способы уменьшения продольной толщины при прокатке. Полученные выводы позволяют оптимизировать режим обжатия при холодной прокатке. Важнейшими параметрами прокатки, которые определяют коэффициент выравнивания, являются обжатие натяжения и клетями, а также между крайними клетями и моталками.

Ключевые слова: пракатки, обжатия, стан, коэффициент выравнивания, натяжение полосы, прокатки листов.

УДК: 621.771 (075.8)

[1]G.A Smailova, [2]A.Y. Uderbayeva, [1]A.K. Zhunussova, [1]M. B. Bakytova, [3]A.Berdimurat.
([1]Kazakh National Agrarian University, [2]Almaty Technological University, [3]Almaty University of Energy and Communication. E-mail: gulbarshyn@mail.ru)

RESEARCH OF METHODS IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF ANNEALING OF COLD ROLLED ROLLS

Abstract: In this chapter, the analysis of various methods of modernization of single-stack bell furnaces, allowing reducing the cost per ton of annealed material, reducing losses and improving the quality of cold-rolled steel. The analysis is based on articles published in technical periodicals. Measures aimed at modernization of caps, muffles, stands and guide devices, convector rings are considered. All the considered methods are designed to reduce heat losses and fuel, respectively, improve the convection of the protective gas in the sub-muffle space and intensify the cooling of the cage under the muffle.

Various ways of reducing the formation of defects such as «soot», «fracture» and oxidation of the strip during heat treatment are considered.

Keywords: cold-rolled steel, bell furnace, annealing, heavy-load furnace, centrifugal fan, impeller.

[1]Г.А. Смаилова, [2]А.Е.Удербаева, [1]А.Қ Жунусова, [1]М.Б Бақытова, [3]А.Бердімурат.
([1]Қазақ ұлттық аграрлық университеті, [2]Алматы технологиялық университеті, [3]Алматы Энергетика және байланыс университеті, E-mail: gulbarshyn@mail.ru)

СУЫҚТАЙ БАСЫЛҒАН ОРАМДАРДЫ КҮЙДІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ ӘДІСТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Түйіндеме: Бұл мақалада бір табандық қалпақты пештерді жаңартудың әртүрлі тәсілдеріне талдау жүргізілді, жағатын материалдың бір тоннасына шығындарды азайтуға мүмкіндік беретін, суықтай иленген болаттың шығынын азайту және сапасын жақсарту. Талдау мерзімді техникалық басылымдарда жарияланған мақалалар негізінде жүргізілген. Колпактарды, муфельдерді, стендтер мен бағыттаушы аппараттарды, конвекторлық сақиналарды жаңартуға бағытталған іс-шаралар қаралды. Барлық қарастырылған әдістер жылу шығындары мен отынды тиісінше азайтуға арналған, бүркеніш астындағы кеңістікте қорғау газының конвекциясын жақсарту. «Күйе», «сыну» сияқты ақаулардың пайда болуын төмендетудің түрлі тәсілдері және термоөңдеу процесінде жолақтың тотығуы қарастырылды.

Кілтік сөздер: суықтай иленген болат, қалпақ пеші, күйдіру, үлкен жүк пеші, ортадан тепкіш желдеткіш, қанатша.

Суықтай иленген болат өндірісі көлемінің артуы металды күйдіру циклін қысқарту қажеттілігін тудырды. Бұл ретте циклді қысқарту кезінде прокаттың механикалық қасиеттерінің деңгейіне әсер етпеуі тиіс.

Қалпақ пеші табанында орамдарды қыздыру және салқындату шарттары әртүрлі, бұл рулон қимасы бойынша орамдар арасындағы және бағана биіктігі бойынша орамдар арасындағы температураның үлкен айырмасына әкеп соқтырады. Өз кезегінде, бұл жолақтың ұзындығы бойынша механикалық қасиеттердің айырмашылықтарына әкеледі. пештің өнімділігін азайтудан және отын және қорғау газдарының қосымша шығынынан басқа, температурасы әрдайым дұрыс түзеле бермейді. Әсіресе температураның айырмашылығы үлкен жүк пештерінде байқалады (ең үлкен салмағы 180 тонна), атап айтқанда салқындай илектеу цехы.

Қазіргі қалпақты пештерде жылудың біркелкі еместігі өндірістік орталықтан тепкіш желдеткіштерді орнату есебінен азаяды және қорғау атмосферасын азотты сутегіне ауыстырумен 7 есе жақсы жылу өткізгіштігімен ерекшеленеді.

Муфтаның астындағы садканы салқындату жылдамдығының артуын күйдіру аяқталғаннан кейін муфтель ауданының ұлғаюы және оны ауамен немесе ауа-су қоспасымен мәжбүрлеп салқындату есебінен алады.

Ортадан тепкіш желдеткіштерді қайта жаңарту және қалпақты пештерде бар сутегі атмосферасын ауыстыру, үлкен материалдық шығындарды талап етеді және бұл қазіргі уақытта мүмкін емес. Осыған байланысты екі міндетті шеше отырып, ең аз қаржы шығындарымен пештердің өнімділігін арттырды:

а) ортадан тепкіш желдеткіштердің неғұрлым тиімді қанатшаларын әзірлеу және сынау;

б) сапты күйдіру және салқындату процесінде гофрленген муфельді пайдаланудың орындылығын сынау және бағалау.

Жоғарыда айтылғандай, бастапқыда (жобалық нұсқада) қалпақ пештері жоғары өнімді қанатшамен жабдықталған. Осы қанатшалары бар пештерді пайдалану барысында олардың жетектерінің конструкциясында елеулі кемшіліктер анықталды:

– ұзын және жұқа білік;
– электрқозғалтқыштың жеткіліксіз қуаты (22 кВт).

Біліктің үлкен ұзындығы өзгеретін температуралардың әсерінен қорапшаның нәтижесінде оның теңгерілуінен осы қанатшаны ұзақ пайдалануға мүмкіндік бермеді, циклдік жұмыс режиміне байланысты болғандықтан. Өте үлкен салмақпен (80 кг) жиынтықта бұл қозғалтқышының мойынтіректерінің істен шығуына және соның салдарынан оның сыналуына алып келді. Жеткіліксіз қуат-оның қызып кетуіне байланысты жиі авариялық тоқтауына акеліп соғады.

Жобалық қанатшаларды жеңілірек (40 кг) ауыстырғаннан кейін жағдайды түзетуге мүмкін болды, бірақ одан әрі орамаларды термоөңдеу режимдерін әзірлегеннен кейін.

Ең тиімді, бірақ сонымен қатар жеңіл қанатша жасау үшін 1:5 масштабтағы стендтің бағыттаушы аппаратының үлгісін жасады. Электрқозғалтқыштың айналу жылдамдығы өнеркәсіптік прототип сияқты 1450 айн/мин болды.

Модельдік сынаққа жоғарыда аталған екі қанатшалар тартылды және патенттер мен әдеби көздерді зерттеу негізінде жасалған қанатша сызғышы [1,2,3], бұл авторлардың біріне жеңіл және өнімді қанатшаны ұсынуға және оны өнеркәсіптік сынақтарға ұсынуға мүмкіндік берді.

Модельдік және өнеркәсіптік сынақтарда қанатшалардың өнімділігін бағалау әдістемесі бойынша анықталуы сипатталады [3,9,10].

Тірек плитаның ішкі саңылауында ішкі диаметрі тесіктің диаметріне тең және биіктігі екі диаметрге тең кіретін коллектор орнатылды.

Кіру коллекторы биіктігінің ортасы бойынша оның қабырғаларына динамикалық қысымды өлшеу үшін тесіктері бар түтікше құрастырылды.

Статикалық қысым осы биіктіктегі құбыр қабырғасындағы тесік арқылы өлшенді. Барлық тесіктердің диаметрі 1,5 мм болды.

По центру высоты входного коллектора в ее стенки была вмонтирована трубка с отверстиями для замеров динамического давления. Статическое давление замерялось через отверстие в стенке трубы на этой же высоте. Диаметр всех отверстий составлял 1,5 мм. Модельдегі қысымның көрсеткіштері ММН–240 микроманометрімен және стендтің өнеркәсіптік бағыттаушы аппаратында U-тәрізді түтікпен алынды. Динамикалық қысымды есептеу мынадай формула бойынша жүргізілді [4,5]:

$$P_{\partial} = \rho_{пр} \cdot g \cdot \ell \cdot Sin\alpha \text{ [Н/мм}^2\text{]},$$

мұнда g – ауырлық күшін жеделдету, м/с^2; ℓ – спирттік бағананың биіктігі, мм; α – спиртпен түтіктің еңіс бұрышы, град (U-тәрізді түтік үшін Sinα = 1); $\rho_{пр}$ – манометрдегі сұйықтықтың келтірілген тығыздығы.

$$\rho_{пр} = \rho_{\partial} - \rho,$$

мұнда ρ_{∂} – микроманометрдегі сұйықтық тығыздығы; ρ – жұмыс ортасының тығыздығы.

Сынақтар ауада өткізілгендіктен, біз қабылдаймыз $\rho_{пр} \approx \rho_{\partial} - \rho$. Этил спирті үшін $\rho_{\partial} = 7{,}742 \cdot 10^3$ Н/мм^3.

Динамикалық мән бойынша атмосфераның коллекторы арқылы сорылатын жылдамдық табылды:

$$c = \sqrt{\frac{2 \cdot P_{\partial}}{\rho}} \text{ [м]}.$$

Ауа шығыны:

$$V = \pi \cdot D^2 \cdot c \cdot 3600 / 4 \text{ [м}^3\text{/час]},$$

мұнда *D* - тірек дискінің ішкі тесігінің диаметрі, м; 3600 – сағаттағы секунд саны.

Өнеркәсіптік сынақтардың нәтижелері авторлардың біреуі ұсынған Қанатшаның өнімділігі 24%– ға (оның салмағы 45 кг-да), ал жобалық өнімділігі пайдаланылатынның өнімділігінен 33% - ға жоғары екенін көрсетті.

Суықтай иленген металды күйдірудің рекристаллизация шарттарына қанатшалардың өнімділігінің әсерін анықтау үшін 0,85×1245 мм диаметрімен 4 арна бойынша бұрғыланған 3 тәжірибелі тығыз оралған рулон дайындалды.

Арналар тереңдігі:В/8, 3В/8, 5В/8, 7В/8, мұнда В – рулон орамасының қалыңдығы. Рулон каналдарына салынатын температуралық датчиктер ретінде тесіктердің ұзындығы бойынша кесілген ТХА 20-88 термопарлары қолданылды. Кесу орындары термотұрақты цементпен арқылы шығарылған сымдармен жабылған. Термопарды тексеру СУОЛ–0,4.4/12–М2 электр пешінде үлгі платиналы термопаре бойынша 100-ден 800-ге дейінгі температура аралығында жүргізілді.

Термопарлар қолданылмас еді, егер үлгі көрсеткішінің айырмашылығы ±5 °С артық болмағанда.

Өнеркәсіптік сынақтарды өткізу кезінде температура көрсеткіштері 0,25 дәлдік класындағы автоматты потенциометрдің көмегімен тіркелді.

Термопарды потенциометрмен біріктіру хромель-алюмельді компенсациялық сымдармен жүзеге асырылды.

Рулондардағы және табанның биіктігі бойынша температуралардың таралуы термопаралы салынған тәжірибелі орамдардан құралған садкада зерттелді.

Бір иілгіш термобарпен төменгі орамның сыртқы орамасының температурасын өлшеді.

Тәжірибелі орамдардың салмағы: төменгі – 41,8 т; орта – 41,1 т; жоғарғы – 41,0 т.

Металды қыздыру 670 С температураға дейін (болат маркасы 08кп) стендті термопаре бойынша әрбір қанатшамен екі рет: біріншісі-тегіс беті бар жобалық муфельмен, екіншісі-гофрленген.

Режим нагрева – одноступенчатый, время нагрева опытных садок составляло 46 часов.

Бір қызығы, орамадағы суық учаскелердің орналасуы әр түрлі, – бұл орамдағы жоғары болған сайын, бұл учаскелер сыртқы орамдарға соғұрлым күшті.

Сыртқы орамдағы температураның өзгеру сипаты қалпақтың температурасына тікелей байланысты.

Характер изменения температуры на внешнем витке напрямую зависит от температуры колпака. Сондықтан сыртқы орамның максималды температурасы пештің шығу кезінде 790÷815°С құрылғыны құрайды, сонымен қатар қалпақтың ең жоғары температурасы болғанда 880 - 910°С дейін.

Пештің жылу қуатының азаю шамасына қарай күйдіру соңында сыртқы ораманың температурасы 710÷740°С дейін төмендейді.

Ең тиімді рулон қимасы бойынша температураларды бір қалыпқа келтіру, қанатша өнімділігінің ұлғаюына қарай отырғызу биіктігіне байланысты. Сыртқы орамдардың қызып кетуге бейімділігі де азаяды.

Егер металдың қызуына муфель конструкциясы әсер етпесе, онда оның салқындауына айтарлықтай әсер етеді.

Тәжірибелі садоктардың суыту уақыты пеш сөндіру сәтінен бастап және орама температурасына дейін (120°С) [6,7,8] белгіленді.

Қорытынды: Осылайша, түрлі қанатшалардың модельдік сынақтарының нәтижелері бойынша орамдардың қимасы мен садканың биіктігі бойынша температуралардың шашырауын азайтуға мүмкіндік беретін жеңіл және өнімді қанатшаны ұсынды. Гофрленген муфтель мен ұсынылған қанатшаны пайдалану сапты салқындатуды 13 сағатқа қысқартуға мүмкіндік берді. Стендтің өнімділігі 9,5% - ға артты.

ӘДЕБИЕТ

[1]. Решение о выдаче предварительного патента на изобретение «Отводящий рольганг широкополосного стана» по заявке № 2005/0529.1 от 28.06. 2006 г. Авторы: Байгунчеков Ж.Ж., Машеков С.А., Машеков К.Б. и др.

[2]. Патент России №2004894, МКИ F27B11/00, C21D9/673 Крыльчатка циркуляционного вентилятора. Трегубов В.В.

[3]. N.J. Silk. The impact energy primary descaling // Steel Times. – 1999. – №5. – P.184-185.

[4]. Руденко В.И., Суков Г.С., Руденко Р.В., Ошовская Е.В., Антыкуз О.В. Определение основных параметров устройств для гидравлического удаления окалины // Металлургическая и горнорудная промышленность. - 2004. - №4. - С. 28-30.

[5]. Производства листа с рифленной поверхностью / А.М. Мелешко, Ю.Е. Кузнецов, А.М. Добросовестнов, и др. // - М.: Металлургия, 1985. 165 с.

[6]. Рудской А.И., Лунев В.А. Теория и технология прокатного производства: Учебное пособие. – СПб.: Наука, 2005. – 540 с. 377 ил.

[7]. Технология процессов обработки металлов давлением/Полухин П.И., Хензель А. (ГДР), Полухин В.П. и др. / Под ред. Полухина П.И. –М.: Металлургия, 1988. 408 с.

[8]. Смирнов В.С. Теория прокатки. М.: Металлургия, 1967. 460 с., ил.

[9]. Грудев А.П., Теория прокатки. М.: Интермет Инжиниринг, 2001. 280 с.

[10]. А.с. СССР №1544827, МКИ C21D9/673, F04D29/52 Циркуляционный вентилятор колпаковой печи Трегубов В.В.

Смаилова Г.А., Удербаева А.Е., Жунусова А.Қ., Бақытова М.Б., Бердімурат А..

Исследование методов совершенствование технологии отжига холоднокатаных рулонов

Резюме: В статье проведен анализ различных способов модернизации одностопных колпаковых печей, позволяющих уменьшить затраты на тонну отжигаемого материала, снизить потери и улучшить качество холоднокатаной стали. Анализ проведен на основе статей, опубликованных в периодических технических изданиях.

Рассмотрены мероприятия, направленные на модернизацию колпаков, муфелей, стендов и направляющих аппаратов, конвекторных колец. Все рассмотренные способы призваны снизить тепловые потери и топлива соответственно, улучшить конвекцию защитного газа в подмуфельном пространстве и интенсифицировать охлаждение садки под муфелем. Рассмотрены различные способы снижения образования таких дефектов как, «сажа», «излом» и окисление полосы в процессе термообработки.

Ключевые слова: холоднокатаной сталь, колпаковый печь, отжиг, большегрузный печь, центробежный вентилятор, крыльчатка.

УДК 621.398

S.A. Garbar, Y.S. Kotov
(Karaganda State Technical University, Department of Automation of Production Processes
E-mail: kotov1988@mail.ru)

RESEARCH OF REMOTE MONITORING SYSTEMS MINING MACHINES USING VARIOUS COMMUNICATION TYPES

Abstract. Modern requirements for the high quality and successful introduction of complex production work force production to be uninterruptedly modernized. Digitalization is a modern tool for the safe and efficient introduction of production. Remote monitoring systems have established themselves as a reliable and safe way to monitor any equipment in any environment. The object under study is an enterprise engaged in the extraction of minerals by mining is «Shubarkol Komir» company. The studied complex is a continuous cycle of interaction between the excavator and dump trucks. Using a remote control system allows continuous monitoring of the target. Data on the status of the target can be obtained at any time. The algorithm of the monitoring system involves the transmission of data from control

sensors and engine hours as well as the transmission of a satellite traffic signal to the on-board controller of the dump truck and excavator, respectively, the on-board controller transmits a signal to the receiving antennas at various levels of the pit depth and the data is transmitted and accumulated on the server. Various methods of building a wireless data network have been investigated. The effect on the mining equipment technological process during the implementation of remote monitoring systems is considered.

Key words: Monitoring, Networking, Control, Digitalization, Career.

С.А. Гарбар, Е.С. Котов
(Карагандинский государственный технический университет, Караганда, Казахстан.
E-mail: kotov1988@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА РЕЖИМОВ РАБОТЫ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ

Аннотация. Современные требования к качественному и успешному ведению сложных производственных работ заставляют производство безостановочно модернизироваться. Цифровизация - это современный инструмент к безопасному и эффективному ведению производства. Исследуемым объектом является предприятие, занимающиеся добычей полезных ископаемых открытым способом - АО «Шубарколькомир». Исследуемый комплекс представляет собой непрерывный цикл взаимодействия экскаватора и самосвалов. Использование системы удаленного контроля дает возможность постоянного контроля целевого объекта. Данные о состоянии целевого объекта могут быть получены в любое время. Алгоритм работы системы мониторинга предполагает передачу данных с датчиков контроля и моточасов, а так же передачу спутникового сигнала движения в бортовой контроллер самосвала и экскаватора соответственно, бортовой контроллер передает сигнал на антенны приема на различных уровнях глубины карьера и данные передаются и аккумулируются на сервере. Исследованы различные способы построения сети беспроводной передачи данных. Рассмотрен эффект, оказываемый на технологический процесс работы горного оборудования при внедрении систем удаленного мониторинга.

Ключевые слова: Мониторинг, Сеть, Контроль, Цифровизация, Карьер.

Введение

Система удаленного мониторинга и контроля является телеметрической системой, используемой для передачи данных с индикацией состояния или команд управления от наблюдаемого или контролируемого объекта лицу, отвечающему за контроль и наблюдение за целевым объектом. Обычно для передачи данных используется Интернет, GPRS, электронная почта, MMS или СМС сообщения, или спутниковая связь. Для обработки и распределения информации с объекта обычно используется сервер.

Современные требования к эффективному использованию технологического оборудования производственных предприятий приводят к необходимости применения систем, обеспечивающих непрерывный контроль и диагностику основных параметров надежности оборудования. Разработка эффективных систем технического диагностирования не только повышает безотказность установок за счет раннего обнаружения предпосылок к отказам, но и обеспечивает значительную экономическую выгоду за счет сокращения внеплановых простоев [1]. Для большинства предприятий в условиях возрастающей конкуренции повышение эффективности становится все более актуальной задачей. В настоящее время существуют готовые программно-аппаратные решения, позволяющие отслеживать положение транспорта с помощью специализированных мобильных устройств. Широкое распространение такие решения нашли в горнодобывающей отрасли для отслеживания текущего положения горного оборудования, а также при организации движения общественного транспорта.

Основная часть

Современная горная промышленность угольных карьеров состоит из множества сложных комплексов, включающих в себя различные виды горного оборудования. В процессе непрерывного рабочего цикла выполняется большое количество задач с помощью большого количества техники. Для корректного управления такими комплексами, аккумулирования и обработки информации, безопасной эксплуатации и быстрого принятия решений необходим комплексный мониторинг. Эту задачу помогают успешно решить современные системы удаленного мониторинга. Системы мониторинга способны передать общую картину работы комплекса, рассмотреть подробно каждую

подсистему, так же архивировать и обрабатывать огромное количество необходимой информации, в которой человеческий фактор парою недопустим.

Исследуемый объект – предприятие занимающиеся добычей полезных ископаемых открытым способом - АО «Шубарколь-комир». Предприятие является одним из крупнейших в Казахстане по объему добычи угля, порядка 12 млн т в год, что требует большого количество горного оборудования. На данном предприятии насчитывается около 130 ед. технологического оборудования и 170 ед. техники вспомогательного. Так же уголь в месторождении славится своей низко зольностью – ниже 4%, не имея аналогов в Казахстане. Исследуемый комплекс представляет собой непрерывный цикл взаимодействия экскаватора и самосвалов. Цикл работы технологического оборудования изображен на рисунке 1. Использование системы удаленного контроля дает возможность постоянного контроля целевого объекта. Данные о состоянии целевого объекта могут быть получены в любое время.

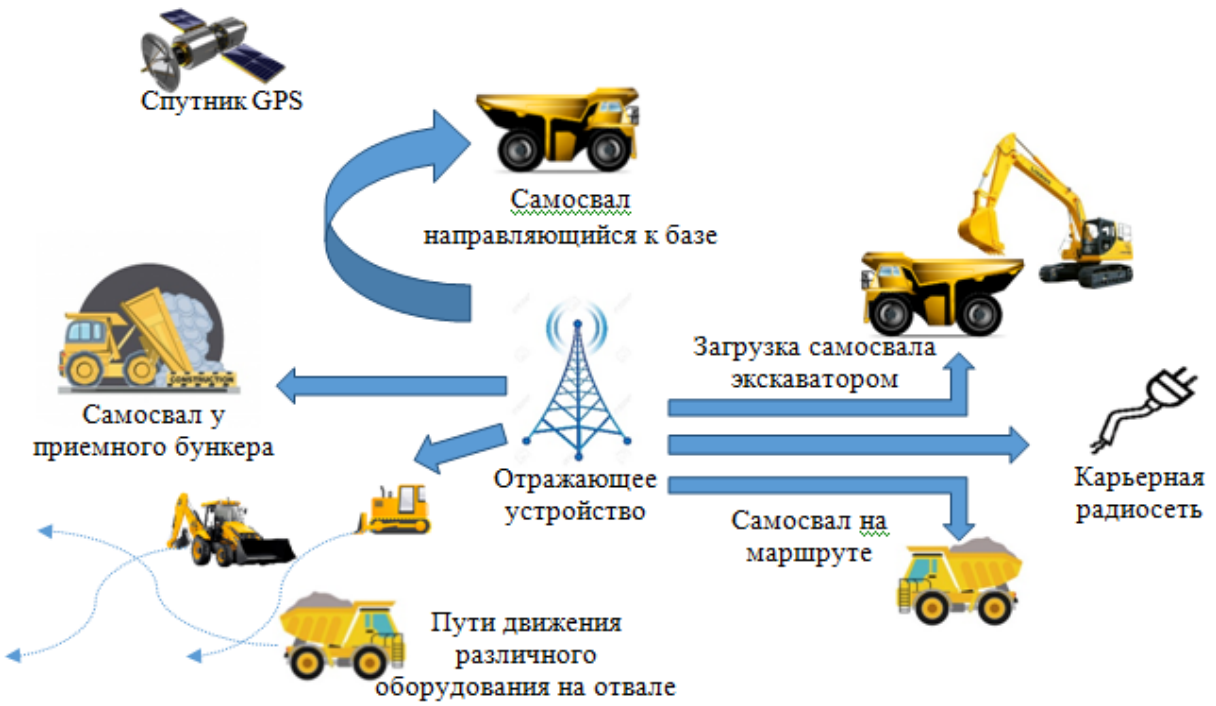


Рис.1. Цикл работы оборудования

Алгоритм работы комплекса следующий: забой в котором работает экскаватор проходит подготовку, буровзрывные работы, выравнивание площадки, рыхление горной массы. Начиная рабочий цикл с погрузки горной массы экскаватором в самосвал, необходимо контролировать вес породы, затем самосвал начинает движение в сторону отвала, в течение цикла отвалы меняются по различным причинам, после, разгружаясь на отвале, возвращается на загрузку под экскаватор.

Системе мониторинга необходимо отображать следующие параметры работы комплекса:

- вес породы, загружаемой в самосвал;
- скорость движения самосвала;
- количество посещений контрольных точек, экскаватор/отвал;
- место нахождения и путь движения оборудования;
- количество пройденных километров.

Предприятие имеет актуальную проблему, связанную с невозможностью мониторинга фактического количества перевезенной горной массы, как следствие не корректное количество рейсов самосвалов и самое главное некорректный объем. Также необходимо отслеживать выполнение плана не только по объему, но и по маркшейдерскому плану горных работ. Необходим мониторинг работы вспомогательной техники, подтверждение её фронта работ на конкретных

участках. Мониторинг должен производиться как удаленно (за 500 км от разреза), так и локально, в диспетчерских пунктах горного и производственных цехов.

Предлагается следующее аппаратное исполнение системы удаленного мониторинга: датчики контроля загрузки, датчики моточасов, бортовой контроллер, ретрансляторы сигнала и антенны приёма сигнала, два сервера - локальный на разрезе и удаленный в офисе. На рисунке 2 изображен алгоритм передачи сигнала в системе мониторинга.

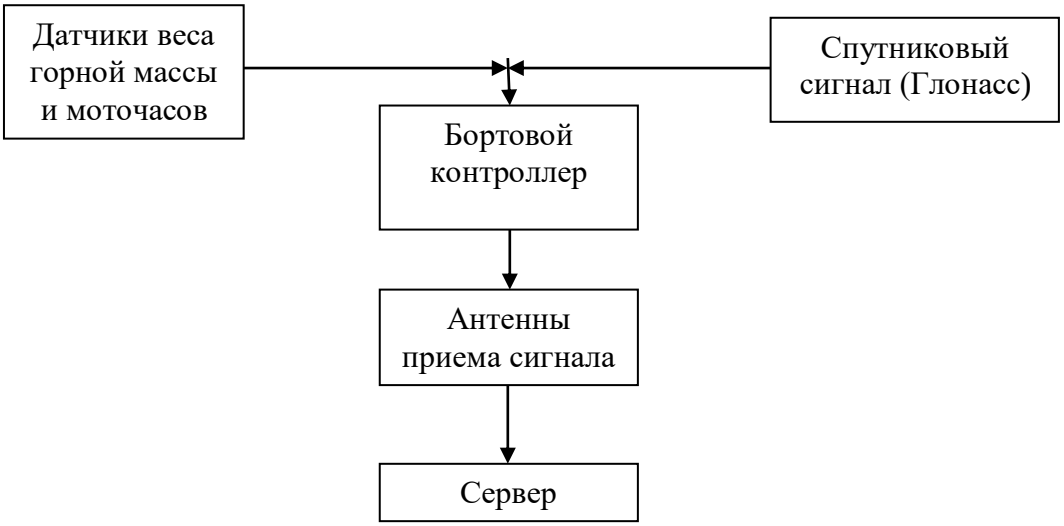


Рис.2. Схема работы и передачи сигнала системы удаленного мониторинга

Алгоритм работы системы мониторинга предполагает передачу данных с датчиков контроля и моточасов, а также передачу спутникового сигнала движения в бортовой контроллер самосвала и экскаватора соответственно. Бортовой контроллер передает сигнал на антенны приема на различных уровнях глубины карьера, и данные передаются и аккумулируются на сервере.

Актуальная проблема на разрезе так же заключается в неустойчивой работе сети, то есть, чтобы передать сигнал, необходима устойчивая работа в тяжелых полевых и погодных условиях, а также нахождение самого оборудования не в «мертвой зоне».

Первый вопрос, возникающий при организации сети с использованием беспроводных технологий – это надежность передачи данных. Под надежностью передачи данных понимается передача данных с постоянным соединением и без потери данных. Потерю данных и нарушение соединения могут вызывать два основных фактора: электромагнитные помехи и затухание сигнала из-за распространения радиоволн в свободном пространстве и возникновения отражений.

Электромагнитные помехи на промышленном объекте генерируются, в первую очередь, частотными преобразователями, электроприводами и другим первичным оборудованием. Такие помехи имеют частотный диапазон, кратный КГц или МГц. Все технологии, которые мы взяли для сравнения, работают на частоте 2,4 ГГц. Помехи от первичного оборудования просто не достигают данного диапазона. Таким образом, источником помех становятся другие беспроводные системы, передающие данные на частоте 2,4 ГГц. Существует два совершенно разных подхода для обеспечения электромагнитной совместимости этих систем:

- использование широкополосной модуляции с прямым расширением спектра (Direct Sequence Spread Spectrum – DSSS);
- использование псевдослучайной перестройки рабочей частоты (Frequency Hopping Spread Spectrum – FHSS).

При использовании DSSS полезный сигнал проходит через генератор кода расширения спектра, где один бит полезной информации заменяется N битами, что увеличивает тактовую частоту в N раз. Это влияет на расширение спектра также в N раз. На приемнике этот сигнал проходит через такой же генератор и происходит декодирование информации. Преимуществом такого подхода является возможность передачи данных с очень высокой скоростью. Сигнал занимает определенную полосу частот и узкополосные помехи искажают только некоторые частоты спектра, но при этом информации достаточно, чтобы достоверно декодировать сигнал. Но после определенного порога

ширины спектра частоты помехи сигнал будет невозможно декодировать. Генератор просто не поймет, где полезный сигнал, а где — наложенный. На рисунке 3 изображена схема использования широкополосной модуляции с прямым расширением спектра [2].

При использовании FHSS частота передачи данных меняется в псевдослучайном порядке. В этом случае возникнувшая помеха будет влиять только на одну из случайных частот, вне зависимости от ширины спектра. Таким образом, при возникновении серьезных электромагнитных помех в FHSS системе потеряется часть данных, а в DSSS системе передача данных остановится полностью. WiFi использует DSSS. Ширина одного канала – 22 МГц и, соответственно, на диапазоне 2,4 ГГц доступны 14 каналов WiFi. При этом для использования доступно 3 неперекрывающихся канала.

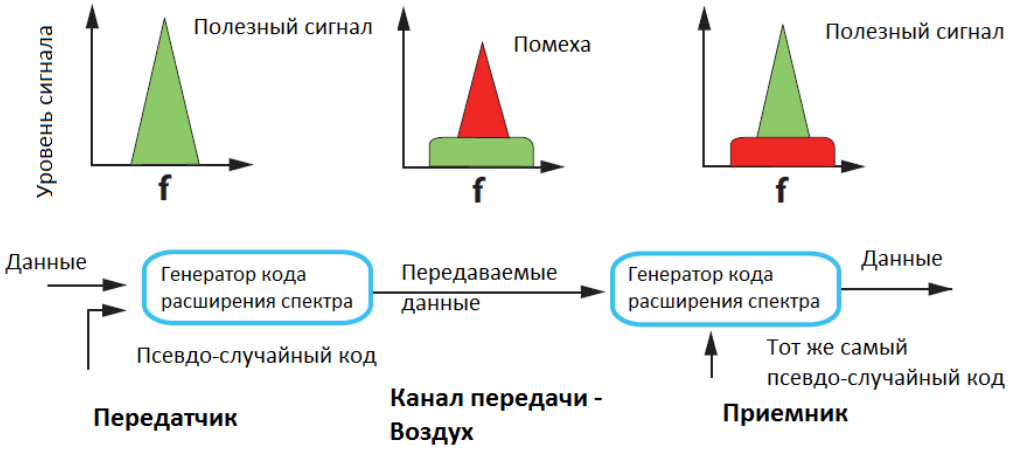


Рис.3. Схема использования широкополосной модуляции DSSS

На рисунке 4 изображена схема псевдослучайной перестройки рабочей частоты.

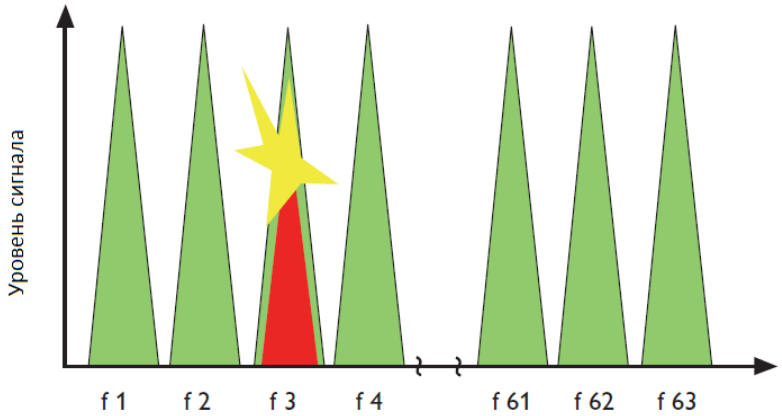


Рис.4. Схема псевдослучайной перестройки рабочей частоты FHSS

Наверняка, многие из вас наблюдали картину, как в домашней сети полностью пропадает сигнал WiFi. Это может происходить как раз из-за того, что у соседа точка доступа работает на том же канале, что и Ваша точка, либо на перекрывающемся канале. В процессе распространения в среде передачи сигнал ослабевает ввиду различных внешних воздействий. Главный фактор – это отражения, возникающие в ходе распространения радиоволны. Сигнал от передатчика к приемнику распространяется в нескольких направлениях. В связи с этим, до приемника доходит несколько волн, которые содержат одну и ту же информацию, но ввиду различных путей распространения могут иметь разные фазы. Это может либо ослабить сигнал (когда пришедшие радиоволны находятся в противофазе), либо усилить (когда фазы совпали). На фоне данной проблемы FHSS получает дополнительное преимущество – частота, на которой передаются данные, постоянно меняется, что автоматически решает вышеописанную физическую проблему [3].

Целесообразно рассмотреть какой эффект будет достигнут и как влияет внедрене систем удаленного мониторинга на технологческий процесс на прозводстве, как внедрение повлияет на эконоическую социальную сферы. Приведем таблицу 1 - эффект от внедрения систем удаленного мониторинга режимов работы горного оборудования.

Таблица 1 – **Эффект, оказываемый на технологческий процесс работы горного оборудования при внедрении систем удаленного мониторинга**

Сфера получения эффекта	Повышение эффекта, %	Комментарии
Диспетчеризация	6-15%	Используемый метод оптимизации определяет наилучший процесс диспетчеризации из возможных альтернатив. Эффект от такой оптимальной диспетчеризации достигается за счет сокращения времени ожиданий оборудования по взаимным причинам и увеличения производительности
Управление качеством горной массы	0.5-2%	Стабилизация показателей качества руды, направляемой на переработку (усреднение руды в потоке), осуществляется при автоматизированном процессе диспетчеризации
Контроль загрузки автосамосвалов	5-12%	Система снимает сенсорную информацию погруженных тонн материала по мере погрузки, ведет непрерывный контроль уровня загрузки автосамосвала и выдает эту информацию оператору экскаватора
Обнаружение отклонений в маршрутах перевозок	Различное	Система прослеживает каждую движение; обнаруживает отклонение автосамосвала от заданного маршрута
Мониторинг рабочего времени	Различное	Ведется учет в режиме реального времени продолжительности всех составляющих погрузочно-транспортного процесса
Автоматизированный учет, отчетность и анализ	Различное	Текущая информация и накопительная отчетность отличаются высокой достоверностью и надежностью, предоставляет также средства для выявления тенденций, что может быть использовано в различных направлениях управления рудником. Снижаются затраты на сбор и обработку информации и персонал освобождается от непроизводительной работы, повышается качество управления.

Заключение

Подводя итог, можно отметить, что системы удаленного монииторинга обеспечвают технологический процесс повышением эффективности использования оборудования, снижеием потерь, снижением расхода вспомоательных материалов, повышением безоасности работ, повышением качества горных работ, снижением трудоемкости управления производством, повышение достоверности отчетности. Также, однозначно будет заметен экономический эффект за счёт корретного учета добытого объема горной массы, и как следствие, увеличение объемов добычи за счёт более легкого управления большими горными комплексами. Система позволяет отслеживать выполнение плана горных работ, сравнивать различные периоды работы предприятия, проводить анализ циклов работы комплексов оборудования. Конечно же, такая система потребует большого вложения денежных средств в производство. Но вопрос модернизации актуальный в современное время, к которому неизбежно идут все предприятия, что самое главное обеспечивает безопасные условия труда для большого количества работников предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Система удаленного мониторинга и контроля [Электронный ресурс]: URL: https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1333740.

[2] Бородин И. Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления: учебник для среднего профессионального образования / И. Ф. Бородин, С. А. Андреев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 386 с.

[3] Рачков М. Ю. Автоматизация производства: учебник для среднего профессионального образования / М. Ю. Рачков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 180 с.

Гарбар С.А., Котов Е.С.

Әр түрлі байланыстағы арналарды пайдалану арқылы тау-кен жабдықтарының жұмыс тәртіптерін мониторингтік қашықтағы жүйесін зерттеу

Түйіндеме. Күрделі өндірістік жұмыс күшінің сапалы және сәтті енгізуге қойылатын заманауи талаптар өндірісті үздіксіз жаңғыртуды талап етеді. Цифрландыру - бұл өндірісті қауіпсіз және тиімді айналымға енгізудің заманауи құралы. Зерттеліп отырған объект - АҚ «Шұбаркөл Көмір» ашық әдіспен пайдалы қазбаларды өндірумен айналысатын кәсіпорын. Зерттелген кешен - бұл экскаватор мен самосвалдардың өзара әрекеттесуінің үздіксіз циклы. Қашықтан басқару жүйесін қолдану мақсатты үздіксіз бақылауға мүмкіндік береді. Нысананың жай-күйі туралы ақпаратты кез келген уақытта алуға болады. Мониторинг жүйесінің алгоритмі басқару датчиктерінен және қозғалтқыш сағаттарынан деректерді беруді, сондай-ақ самосвалдың және экскаватордың борттық диспетчеріне спутниктік трафикті беруді, сәйкесінше, борттық контроллер шұңқыр тереңдігінің әртүрлі деңгейлеріндегі қабылдау антенналарына сигнал жібереді және деректер серверге жинақталады және жинақталады. Сымсыз деректер желісін құрудың әртүрлі әдістері зерттелді. Қашықтан басқару жүйелерін енгізу кезінде тау-кен жабдықтарының технологиялық процесіне әсері қарастырылады.

Түйін сөздер: Мониторинг, желі, басқару, цифрландыру, карьер.

УДК 6121.396

A.D. Mukhamedjanova
*(*Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after G. Daukeyev,
Almaty, the Republic of Kazakhstan
E-mail: almira_md@mail.ru)

REQUIREMENTS FOR MOBILE NETWORKS TO SERVICE TRAFFIC (M2M/IOT)

Abstract. The article considers the requirements for mobile networks for traffic servicing (M2M/IoT). The task of such requirements is to determine the main parameters of QoS, to assess traffic in terms of quality, reliability and availability, the main problems of mobile communication. The basic requirements for traffic maintenance (M2M/IoT), which must be taken into account when evaluating it, are given.

Key words: machine-to-machine connection (M2M), quality of service, traffic, Internet of things, mobile communication.

А.Д. Мухамеджанова
(Ғ. Даукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті,
Алматы қ., Қазақстан Республикасы
E-mail: almira_md@mail.ru)

ТРАФИККЕ (M2M/IOT) ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУГЕ АРНАЛҒАН ҰЯЛЫ БАЙЛАНЫС ЖЕЛІЛЕРІНЕ ҚОЙЫЛАТЫН ТАЛАПТАР

Аңдатпа. Мақалада трафиктің қызмет көрсетуіне арналған ұялы байланыс желілеріне қойылатын талаптар берілген (M2M/IoT). Мұндай талаптардың міндеті ұялы байланыстың негізгі мәселелері тұрғысынан трафикті бағалау үшін негізгі сапа QoS, сенімділік және қолжетімділік параметрлерін анықтаудан тұрады,. Трафикті бағалау кезінде есепке алынатын негізгі талаптар (M2M/IoT) келтірілген.

Түйін сөздер: машинааралық қосылу (M2M), қызмет көрсету сапасы, трафик, Заттар интернеті, ұялы байланыс.

Интернет заттар концепциясы (Internet of Things, IoT) M2M (Machine to Machine) машинааралық өзара іс-қимыл технологиясына негізделген. IoT және M2M құрылғылары қазіргі уақытта пайдалану нұсқаларының кең ауқымын қамтиды. IoT/M2M қосымшаларына интеллектуалдық көлік жүйелері (ИТҚ), логистика және жеткізу тізбектерін басқару, интеллектуалды өлшеу, электрондық денсаулық сақтау, бақылау және қауіпсіздік, интеллектуалды қалалар мен үй автоматизациясы кіреді. Атап айтқанда, көптеген интеллектуалды құрылғылар автомобиль жасау, қауіпсіздік, электрондық денсаулық сақтау және логистика салаларында өрістетіледі деп күтілуде.

M2M құрылғысы хабар жіберу үшін сымсыз байланыс желілерін тиімді пайдаланады. Жалпы M2M құрылғыларына техникалық қызмет көрсету 1-суретте көрсетілген сұлба бойынша жүзеге асырылады.

1-сурет. IoT/M2M желісі

Ericson мобильді желіге қосылған құрылғылар саны 2021 жылға қарай 28 миллиардқа жетеді деп болжайды. Сондықтан M2M қызмет көрсету нарығы мобильді операторлар үшін неғұрлым тиімді және серпінді дамып келе жатқан қызметтердің бірі болып табылады. M2M құрылғысының өзара әрекеттесуі үшін мобильді желіні пайдалану қосымша табыс әкеледі [1].

M2M құрылғыларын қолдану аймағының кеңеюіне байланысты M2M байланысы көптеген заманауи қосымшаларда интеллектуалдық датчиктер мен атқарушы тетіктерді жаңа пайдалану есебінен байланыс операторларының, M2M кәсіпорындарының және M2M жеткізушілерінің бизнесінен түсетін табыстарды түрлендіреді деп күтілуде [2]. Мобильді стандарттар көптеген M2M қосымшаларын жоғары қабілеттілік, құрылғылардың үлкен санын қолдау, ұлғайтылған қамту, энергия шығынының төмен деңгейі, жоғары сенімділік, төмен құн модульдері, сондай-ақ жай және қысқа мерзімді өрістету мүмкіндіктері сияқты бірқатар себептер бойынша сәтті өрістетуде елеулі рөл атқарады деп күтілуде. Олардың кейбіреулері, соңғы болжамдар бойынша, бүкіл әлем бойынша M2M мобильді базалық құрылғыларының санын болжайтыны 2-суретте көрсетілген.

2-сурет. Ұялы байланыс желісіндегі M2M трафигінің көлемі туралы болжамдар

Осыған байланысты қолданыстағы M2M ұялы байланыс архитектурасын, M2M қызметтеріне қойылатын талаптарды, алдағы 5G желілерінде M2M қызметтеріне қойылатын талаптарды талдауды және M2M ұялы байланыс трафигіне қойылатын талаптарды талдауды қамтитын зерттеулер өзекті болып табылады.

Бұл жұмыстың мақсаты мобильді M2M-байланыстың концепциясын, болашақ тенденцияларын және трафигіне қойылатын талаптарды түсінуге көмектесетін аналитикалық шолу жүргізу болып табылады.

Мобильді M2M-дегі негізгі мәселелер кең спектрді және құрылғылардың әртүрлілігін қолдау болады, олардың көпшілігі ресурстар бойынша шектеулерге ие (жады, өңдеу, өткізу қабілеті, энергия және т.б.), сондай-ақ олар шығаратын трафик көлемі мен трафик моделі. M2M трафигі адам трафигінен машинаға (H2M) немесе адам – адам трафигінен (H2H) пайдалы жүктемемен қысқа операциялардың көп санымен ерекшеленеді [3].

M2M құрылғылары деректерді тұтынушылармен салыстырғанда, мониторинг немесе анықтау қосымшасынан алынған деректердің генераторларына қарағанда, ең жоғары өрлемелі байланыс желісінің трафигі бірінші жағдайда басым болады. Екінші жағдайда, H2H байланыс моделі көбінесе сұрау-жауап болып табылады.

M2M желісін және Заттар интернетін (IoT) басқару қызметтері, олар машиналарға технологиялық үдерістерді басқарудың автоматтандырылған процедуралары мен алгоритмдерін жүзеге асыру үшін бір-бірімен ақпарат алмасуға немесе бұл ақпаратты адам қатысынсыз немесе шектеулі түрде, немесе M2M қызметінің соңғы пайдаланушысы ретінде адамның араласуы шектеулі түрде жіберуге мүмкіндік береді, M2M/IoT желілік және сервистік операторларымен ұсынылуы мүмкін. M2M/IoT қызметтер нарығы M2M желісінде өндірілетін және берілетін трафикке байланысты қазіргі уақытта үш бағытта сегменттелген:

- M2M/IoT құрылғыларын жаппай қолдану;
- M2M/IoT құрылғыларын жоғары сенімді қолдану;
- жоғары жылдамдықты бейнесервистер.

Нарықтың және M2M/IoT бизнес-модельдерінің тағы бір сегменті қызметтерді ұсыну және тұтыну сегменттерінде салаларға бағдарланған өнеркәсіптік интернет (B2B) және күнделікті өмірге арналған электрондық және тұрмыстық құрылғылардың тұтыну нарығына бағдарланған пайдаланушы интернет (B2C) болады [4].

Қазақстан Республикасында мобильді (ұялы) байланыс қызметтерін төрт оператор ұсынады: "Кселл" АҚ, "КаР-Тел" ЖШС, "Мобайл Телеком-Сервис" ЖШС және "Алтел"АҚ. Барлық операторлар Қазақстанның барлық аумағында өз қызметтерін көрсетуге бірінші санаттағы рұқсаттарға ие және радиожиілік спектрі мен нөмірлеудің шамамен тең ресурстары бар.

Қазақстан Республикасында жұмыс істейтін осы желілердің базасында ұялы байланыстың базалық қызмет көрсету нарығы жоғары деңгейге жетті. ҚР заңнамасына сәйкес ұялы байланыстың негізгі қызметтеріне жатады [5]:

- шұғыл қоңырауларды қоса алғанда, дауыстық қызметтер;
- қысқа мәтіндік хабарламаларды (SMS-хабарламаларды) жіберу.

Бұл қызметтер барлық абоненттерге шектеусіз ұсынылады. Осы нарықтарды қалыптастыруда уәкілетті мемлекеттік органдардың, Қазақстан Республикасы Үкіметінің және байланыс саласындағы реттеуші органның реттеуші әсерін айқындаушы рөл атқарды. Ұялы байланыстың базалық қызметтері нарығында ұялы байланысты аумақтық қамтуға, тарифтік және монополияға қарсы саясатқа қойылатын талаптар, қызмет көрсету сапасының көрсеткіштері түрінде мемлекет құратын заңнамалық және нормативтік бағдарлар операторларға өз қызметтерін сатуды жүзеге асыра отырып, осы нарықтарда сенімді жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

Қазақстанда автомониторинг қызметі нарықтың негізі болып табылады. Қосылған құрылғылар - бұл өндірістік сектор мен газ саласы үшін шешімдерге сұраныстың артып келе жатқан әріптестік модельдер.

M2M желілерінде жасалатын деректерді беру трафигін талдау барысында қолданылатын қосымшаға (тік нарыққа) байланысты M2M желісінің домендерінің әртүрлі деңгейлерінде туындайтын осы трафиктің сипатын анықтау қажет. M2M желілері архитектурасының негізгі элементтері үш доменге бөлінген: M2M құрылғыларының домені; желілік домен және қосымшалар домендері [6,7]. Осы домендерге қосымша, M2M желісі мыналарды қамтиды: 3GPP сымсыз қатынау желілері немесе NGN сымды қатынау желілері негізінде салынған тиісті қатынау желісі және көлік желісі.

"Машина - машина" (M2M) соңғы пайдаланушылар арасындағы байланыс немесе машиналар арасындағы байланыс (3GPP – MTC (Machine Type Communications жіктеуі бойынша) алдағы жылдары Болашақ сымсыз желі трафигінің үлкен үлесін алады. Бұл өзара әрекеттесу схемаларда да, трафик

бағыттарында да, "адам-адам" (H2H) типті соңғы пайдаланушылар тізбегімен салыстырғанда айтарлықтай айырмашылықтарға ие, бұл жерде бейне ағындық қызмет көрсету басым-67-75% - дан астам [7].

Осылайша, мобильді желілерде M2M құрылғылары мен смартфондар 3GPP қатынау желісінің бірдей инфрақұрылымын пайдаланатын жағдай қалыптасты,бірақ заманауи мобильді желілер смартфондардан H2H соңғы пайдаланушыларының тізбегінде деректерді беру мақсатында жобаланып, басқарылады. Сондықтан жақын арада мобильді желілердегі M2M - құрылғылар саны әдеттегі смартфондар санынан едәуір асып кетуі мүмкін,ал ұялы байланыс операторлары M2M-құрылғыларымен де, смартфондардан да әртүрлі трафикті бір мезгілде қабылдауға әрекет жасаған кезде желі ресурстарын тиімді пайдалану проблемаларына тап болады.

M2M-трафик арасындағы ең маңызды айырмашылық берілетін пакеттегі деректер көлемі әдетте өте аз, яғни бірнеше байтты құрайды және M2M қосымшасы жасайтын деректер сипатына байланысты. M2M құрылғыларының көпшілігі температура, ылғалдылық және т. б. сияқты нақты ақпараттық датчиктен алынған деректерді береді. Желі бойынша берілетін деректер дестелері өлшеу деректерінен және тиісті қызмет көрсету хаттамасының деректерінен тұрады. Желі бойынша берілетін, қолданылатын қызмет көрсету хаттамасына қатысты деректер трафигінің бір бөлігі желіде мүмкіндігінше аз уақыт сақталады, ал деректер трафигі туралы нақты пайдалы ақпарат - оны пайдалану уақытына байланысты сақталады.

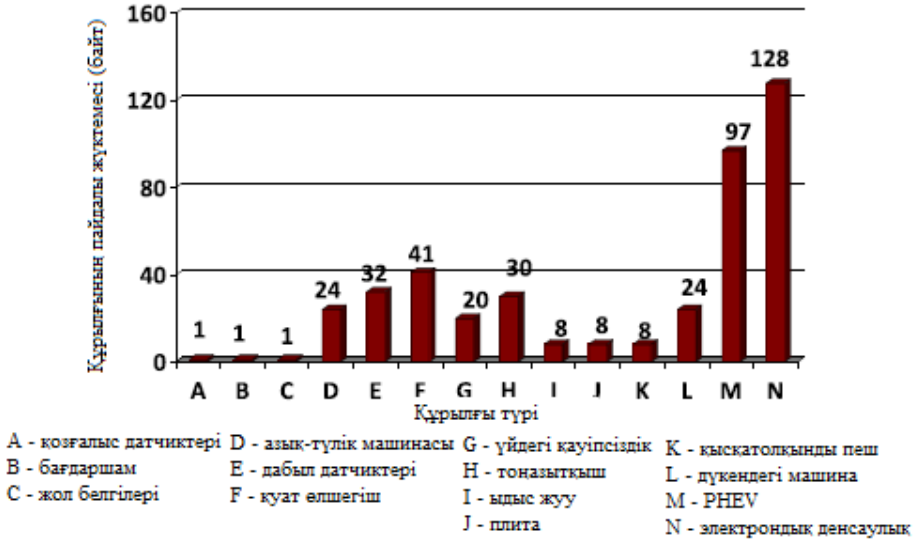
M2M желілеріндегі трафик - бұл дестелер коммутациясы бар желіде деректер ағыны немесе арналар коммутациясы бар желіде деректер тарату сеанстары, M2M желісінің доменін құру технологиясына және осы желіде пайдаланылатын 3GPP радиоқатынау технологиясына байланысты. M2M желілеріндегі деректер трафигін генерациялайтын дерек көзі автоматты құрылғы – M2M құрылғысы болып табылады, ол бір мезгілде пайдаланылатын қатынау желісіндегі абоненттік құрылғы болып табылады. M2M құрылғысынан деректерді беру өзара әрекеттесу хаттамасына байланысты жіберу келесі жағдайларда басталады [6,7]:

1) M2M желісінде деректерді беруге әкелетін сыртқы факторлардың әсері;

2) M2M құрылғысы өзінің жай-күйі туралы M2M қосымшаларының серверін хабардар етуге міндетті белгілі бір уақыт аралығының өтуі;

3) жоғарыда көрсетілген шарттарға байланысты емес M2M құрылғысымен қызметтік деректерді беру.

M2M байланысы интеллектуалдық датчиктер мен атқарушы тетіктер арасында дербес байланысты қамтамасыз етеді. Сондықтан M2M трафигінің сипаттамасы әдеттегі мобильді трафиктен ерекшеленеді, мысалы, трафик тығыздығы, пакет мөлшері және қызмет көрсету сапасына қойылатын талаптар (QoS) тұрғысынан. Мысалы, 3 суретте M2M түрлі опциялардың кейбір деректер өлшемдері көрсетілген [2].



3-сурет. M2M түрлі қосымшаларының шағын деректер дестелерін білдіретін трафик үлгілері

M2M трафигі дәстүрлі смартфонның (мобильді) трафигімен салыстырғанда әр түрлі аспектілерде ерекшеленетін мінез-құлықты көрсетеді. Мысалы, дәстүрлі мобильді трафиктен айырмашылығы, ол жоғары байланыс линиясынмен салыстырғанда төмен түсетін байланыс желісінде басым болса, M2M трафигі жоғары байланыс линиясында басым, көлемді трафик көлемін генерациялайтын трафик болып табылады.

Сонымен қатар, M2M құрылғылары со-географиялық аймақтардағы желілік ресурстар үшін смартфондармен бәсекелеседі. Осылайша, M2M трафик қатысуымен спектрлік тиімділікті арттыру, кідірісті бақылау және желінің жүктелуін шектеу сияқты көптеген құрылғылар мен мәселелерді қолдау шекті назарды талап етеді. Бұл тұжырымдар M2M - коммуникация LTE/LTE-A сияқты мобильді желілерден олардың дәстүрлі трафигінің өнімділігін нашарлатпай пайда табуы үшін аса сақ тарату және спектрді пайдалану схемалары қажет деп болжауға мүмкіндік береді. Осы себептер бойынша 3GPP және Еуропалық электр байланысын стандарттау институты (ETSI) сияқты стандарттаудың белгілі органдары олардың сипаттамалары мен қызмет көрсетуге қойылатын талаптарды ескере отырып, құрылғылардың көп санын қолдау үшін күш-жігер жұмсай бастады. Сонымен қатар, 3GPP және ETSI E2E эталондық моделін ұсынды. 3GPP MTC қызметіне қойылатын талаптар туралы мәселені қарады және кейіннен MTC болған кезде жүйені жақсартудың түрлі сызбаларын ұсынды.

Қазіргі кезде қолданыстағы мобильді стандарттар шағын жүктемелерді тиімді өңдеу үшін де, бір уақытта құрылғылардың көп санын қолдау үшін де арналмаған, демек, бұл желінің шамадан тыс жүктелуіне алып келеді. Ағымдағы мобильді желілер болашақта M2M үлкен құрылғыларын қолдау үшін кеңейтілуі немесе қайта қаралуы тиіс. Мобильді радиобайланыс ресурстары бағалы актив болып табылатындықтан және қол жетімділігі аз болғандықтан, M2M үшін радиобайланыс ресурстарын тиімді пайдалануды қамтамасыз ету қажет.

Шектеулі радиоресурстардың тиімсіз қолданылуына байланысты M2M трафигі дәстүрлі мобильді трафиктің өнімділігін нашарлатады деп күтілуде. FTP және HTTP сияқты LTE/LTE-A төмен басымдықты трафиктің өнімділігі M2M құрылғыларының саны 750-ге дейін ұлғайған кезде айтарлықтай төмендейді. Бұл электрондық денсаулық сақтау трафигінің LTE трафигінен басым болғандығынан болды.

LTE/LTE-A желілерінде радиоресурстар пайдаланушының жазықтығы мен басқару жазықтығы қызметтерін орындау үшін бірнеше пайдаланушылар арасында бөлінеді. M2M құрылғыларының үлкен саны LTE/LTE-A желілерінің өнімділігіне пайдаланушы үшін де, шағын пакеттерді жіберу/қабылдау үшін артық хабарлармен алмасудан басқару жазықтығына да әсер етеді деп күтілуде. Сондықтан бұл тақырыптар LTE/LTE-A желілерін пайдалана отырып, M2M қызметтерін тиімді жақсарту үшін маңызды назар аударуды талап етеді.

QoS қамтамасыз ету телекоммуникациялық жүйелерде негізгі талаптардың бірі болып табылады. Қызмет көрсету тұрғысынан, МСЭ-Т QoS нақты қызмет соңғы пайдаланушыға ұсынылған кезде қызметтерді жеткізушіге байланысты қызметтер талаптарын байланыстырушы ретінде анықтайды. Бұдан басқа, QoS параметрлері негізінен технологиялар мен ұсынылатын қызметтер сапа, сенімділік және қолжетімділік тұрғысынан соңғы пайдаланушылардың болжамдарына сәйкес келе ме деген баға үшін қолданылады [2].

Дәстүрлі мобильді трафиктен айырмашылығы, M2M байланысы үшін QoS класы бойынша жіктеу M2M қосымшалары пайдаланудың кең спектрін қамтитындығына байланысты операторлар үшін ең күрделі міндеттердің бірі болып қалады. Мобильді желілер болашақ M2M коммуникацияларын қолдау үшін күшті үміткер болады деп күтілгендіктен, M2M трафигін саралау үшін QoS сыныптарының бірегей жіктелуін анықтау үшін, мысалы, басымдық пен кідіріс негізінде қатаң қажеттілік бар.

Екінші жағынан, 3GPP және ETSI M2M-коммуникациялардағы әрбір санат үшін QCI нақты мәндерін бөлуге күш салады. Бұл шолуда M2M бірнеше сипаттамалары мен трафик модельдері қосымшаның түріне, деректер дестелерінің мөлшеріне, талап етілетін басымдыққа, күтілетін кідіріске және мобильділік талаптарына байланысты QoS шартты категориясымен 1-кестеде жинақталған. Мысалы, 1-кестеде M2M құрылғылары негізінен миллисекундтен сағатқа дейінгі диапазонда пайда болуы арасында күтілетін уақыт бөлуі бар шағын дестелерді береді. Сонымен қатар, M2M трафигі трафик түріне байланысты жіктелуі мүмкін, мысалы, деректерді беру трафигінің нақты немесе нақты емес уақытына.

1-кесте. **M2M байланысы үшін QoS сыныптарының қазіргі жіктел**

Параметрлер	0 класс	1 класс	2 класс	3 класс	4 класс
Қолданылу варианты	Электрондық денсаулық, авариялық хабарлау	Мобильді POS	Ақылды тасымал-дау	Ақылды үй, қауіпсіздік	Өлшеу, монито-ринг
Трафик түрі	Кездейсоқ, нақты уақыт	Кездейсоқ, нақты уақыт	Кездейсоқ	Кездейсоқ	Тұрақты
Басымдық	Жоғары	Төмен-1	Төмен-2	Төмен-3	Төмен-3
Деректер мөлшері байт	Кішкентай	Кішкентай	Кішкентай	Кішкентай/орта	Үлкен
Уақыт	с	с	м	м	с
Мобильділік	Төмен	Төмен	Төмен	Жоқ	Төмен
Кідіріс	мс	мс	мс	м	с

1-кестеде M2M қозғалысының әртүрлі кластарына M2M қозғалысын жіктеу үшін пайдаланылуы мүмкін әртүрлі сипаттамалары берілген. Апаттық хабарлама, яғни кездейсоқ және/немесе сыни электрондық медициналық ақпарат кідіріске сезімтал нақты уақыттың қосымшасы болып табылады және сондықтан қатаң басымдықты талап етеді.

Екінші жағынан, POS - терминалдармен генерацияланатын трафик нақты уақыт режимінде жүзеге асырылады, алайда ол авариялық хабарлаумен салыстырғанда төмен басымдықты талап етеді. Сонымен қатар, интеллектуалды есепке алу және мониторинг қосымшалары трафиктің тұрақты сұлбасын жасайды, сондықтан оны басымдылығы төмен, бірақ деректерді беру жылдамдығына жоғары талаптар бар трафик ретінде қарастыруға болады.

LTE сияқты қолданыстағы мобильді желілер бастапқыда жобаланған және кейіннен мобильді деректер трафигінің үлкен өсуіне байланысты жаңғыртылған. Бір жағынан, 2014-2020 жылдарға арналған CISCO болжамы 2020 жылға қарай мобильді деректерді беру трафигі 2014 жылғы 2,5 EB-мен салыстырғанда айына 24,3 эксабайтқа (EB) дейін өскенін көрсетеді.

Екінші жағынан, M2M трафигінің өсуі дәстүрлі мобильді трафикпен салыстырғанда әлдеқайда жылдам болады деп күтілуде, бұл QoS қамтамасыз етуді үлкен мәселе етеді. Демек, қазіргі заманғы ұялы желілер бүкіл әлемде M2M құрылғыларының өсіп келе жатқан санын қолдай алмайды. M2M-трафик шағын көлемді пайдалы деректерді беретін құрылғылардың жоғары тығыздығына байланысты ұялы байланыс операторлары үшін елеулі мәселелер туғызады.

Мысалы, M2M трафигінің соңғы болжамдарына сәйкес, GSMA 2020 M2M ұялы құрылғыларының саны 2020 жылға қарай бір миллиардқа дейін өседі деп болжайды. Сонымен қатар, 2024 жылы ұялы негізде 3,2 миллиард M2M құрылғысы күтілуде (M2M Magazine 2014-2024 болжамы). Бұл тез өсіп келе жатқан M2M-құрылғы, әрине, ұялы желілер үшін маңызды мәселелерді тудырады [2].

Нарықта 2020 жылға қарай пайда болатын 5G желілері қызмет көрсету сапасын қоса алғанда, сипаттамаларды айтарлықтай жақсартуға шоғырланатын болады. QoS басқару принциптері 4G-дан 5G-ға ауысқанда сақталатындықтан, 5G әзірлеушілерінің негізгі күш-жігері желіде QoS басқару мен бақылауға жауапты желілік функциялардың виртуалдандыруға шоғырлануы тиіс. 5G желілерін дамытудың тағы бір бағыты трафикті жіктеу алгоритмдері болады, олар кейіннен өнеркәсіптің көптеген салаларында, сондай-ақ тұтыну сегментінде M2M-құрылғыларын жаппай пайдалануға негізделген бейне сервистер мен сервистер айналасында топтастырылуы тиіс қызметтер мен абоненттердің қажеттіліктеріне сұраныстың өзгеру серпіні бойынша нарықтық шақыруларды қолдайтын болады [8,9].

Жүргізілген шолу нәтижесінде келесі қорытынды жасауға болады.

Трафикке (M2M/IoT) қызмет көрсету үшін мобильді желілерге қойылатын негізгі талаптар мыналарды қамтиды:

- M2M құрылғысының үлкен көлемін қолдау;
- шағын көлемді деректерді тұрақты, сондай-ақ тұрақты емес уақыт аралығы арқылы беру;
- төмен энергия тұтынуды қамтамасыз ету;
- төмен кідіріс, жоғары сенімділік және әр түрлі мобильді профильдерін қолдау;
- M2M трафигінің өсіп келе жатқан көлемі кезінде тұрақты H2H/H2M трафигіне қызмет көрсету сапасын қамтамасыз ету.

ӘДЕБИЕТ

[1] Туманбаева К.Х., Лещинская Э.М., Сисенова А.С. Анализ систем радиодоступа для работы в сетях IoT/M2M //Известия НТО «КАХАК», Алматы, 2018, №4 (63). http://www.ntokaxak.kz/wp-content/uploads/2018/12/Kaxak-463-2018-last.pdf

[2] Yasir Mehmood, Carmelita Gцrg, Maciej Muehleisen and Andreas Timm-Giel. Mobile M2M communication architectures, upcoming challenges, applications, and future directions. //EURASIP Journal onWireless Communications and Networking. (2015) 2015:250. pp.37. https://link.springer.com/article/10.1186/s13638-015-0479-y

[3] Carlos Pereira and Ana Aguiar. Towards Efficient Mobile M2M Communications: Survey and Open Challenges. //Sensors, №14, 2014. https://www.researchgate.net/publication/267273288_Towards_Efficient_Mobile_M2M_Communications_Survey_and_Open_Challenges

[4] В.О. Тихвинский, Г.С. Бочечка, Б.И. Нургожин, А.З. Айтмагамбетов Сети IoT/M2M: технологии, приложения и регулирование. Алматы. «Ақ-Шағыл», 2016. - 332 с.

[5] «Правила оказания услуг сотовой связи», утверждены приказом исполняющего обязанности Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 24 февраля 2015 года, № 171. http://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500010999

[6] Тихвинский В.О., Бочечка Г.С., Минов А.В. Монетизация сетей LTE на основе услуг M2M/- Ж-л «Электросвязь», № 6, 2014, стр. 12-17. https://elibrary.ru/item.asp?id=21737126

[7] M2M communications: a systems approach/ edited by David Boswarthick, Omar Elloumi, Oliver Hersent / John Wiley & Sons Ltd.-2012, pp.308.

[8] Тихвинский В.О., Бочечка Г.С. Перспективы сетей 5G и требования к качеству их обслуживания, «Электросвязь», № 11, 2014, стр.40-43. http://niitc.ru/upload/medialibrary/4b2/4b269b6cc4ea9d26b03275cb4aa99327.pdf

[9] Тихвинский В.О., Коваль В.А., Бочечка Г.С., Бабин А.И. Сети IoT/M2M: технологии, архитектура и приложения. –М.: «MediaPublisher», 2017. - 319 с.

Мухамеджанова А.Д.

Требования к сетям мобильной связи для обслуживания (M2M/IOT) трафика

Резюме. В статье рассмотрены требования к сетям мобильной связи для обслуживнаия трафика (M2M/IoT). Задача состоит в определении основных параметров QoS, для оценки трафика с точки зрения качества, надежности и доступности, основных проблем мобильной связи. Приведены основные требования для обслуживания трафика (M2M/IoT), которые необходимо учитывать при его оценке.

Ключевые слова: межмашинное соединение (M2M), качество обслуживания, трафик, Интернет вещей, мобильная связь.

УДК 677.027.513.2:678.664

[1]G.A. Kasymova, [2]A.K. Badanova, [3]K.I. Badanov
([1]SKSU named after M. Auezov, Shymkent
[2]Almaty Technological University, Almaty
[3]Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz)

IMPROVEMENT OF COMPOSITIONS FOR PRINTING FABRICS WITH PIGMENTS

Abstract: The main requirements for dispersions of polymers used in textile pigment dyeing technology are considered. The directions for improving the chemistry of polymers are shown. Designated promising areas in the creation of domestic water-dispersion film-forming polymers. It is noted that the search and justification of effective compositions for printing textile materials with pigments, which allows to improve the quality and color characteristics of patterned colors, as well as the development of effective, competitive pigment printing technologies using copolymers dispersions is relevant.

Keywords: acrylic copolymer, monomers, printing, pigments, properties, glass transition temperature

[1]Г.А. Касымова, [2]А.К. Баданова, [3]К.И. Баданов
([1]ЮКГУ им. М. Ауэзова, Шымкент
[2]Алматинский технологический университет, Алматы
[3]Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, Тараз)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ПЕЧАТИ ТКАНЕЙ ПИГМЕНТАМИ

Аннотация: Рассмотрены основные требования, предъявляемые к дисперсиям полимеров, используемых в текстильных технологиях колорирования пигментами. Показаны направления совершенствования химии

полимеров. Обозначены перспективные направления в области создания отечественных водно-дисперсионных пленкообразующих полимеров. Отмечено, что поиск и обоснование эффективных композиций для печати текстильных материалов пигментами, позволяющего повысить качество и колористические показатели узорчатых расцветок, а также разработка эффективных, конкурентоспособных технологий пигментной печати при использовании дисперсий сополимеров является актуальной.

Ключевые слова: акриловый сополимер, мономеры, печать, пигменты, свойства, температура стеклования

В текстильной промышленности необходимым условием выпуска конкурентоспособной продукции является повышение её качества без увеличения себестоимости. Особую важность приобретает улучшение потребительских характеристик текстильного материала в процессе его колорирования. Одним из способов, заслуживающих внимания колорирования является набивка пигментами. При этом большую играют свойства синтетических латексов, используемых в печатных композициях в качестве связующих препаратов и необходимых для качественной фиксации пигмента на текстильном материале.

Пигментами можно печатать любые ткани независимо от волокнистого состава. Ткани различного состава печатают пигментами с использованием печатных красок, содержащих пигментный краситель и закрепляющую композицию. Эта композиция содержит эмульсию синтетического связующего для фиксации пигмента на текстильном материале, сшивающий агент для обеспечения необходимой прочности фиксации, загуститель для придания краске нужной консистенции, а также различные целевые вспомогательные вещества.

На отделочных предприятиях текстильной промышленности для печати пигментами используют как правило готовые импортные композиции, которые включают следующие компоненты: связующее, загуститель и вспомогательные текстильно-вспомогательные вещества. Необходимость применения дорогих импортных композиций продиктована отсутствием полимерных препаратов, составляющих основу композиций для печати пигментами.

Большой интерес представляют водные дисперсии на основе синтетических сополимеров, которые при тепловой обработке способны образовывать сплошную эластичную, прочную полимерную пленку, свойства которой можно менять в необходимом диапазоне. Это позволяет предположить возможность их применения в качестве связующих препаратов при закреплении пигментов на текстильном материале.

Поиск и обоснование эффективных композиций для печати текстильных материалов пигментами, позволяющего повысить качество и колористические показатели узорчатых расцветок, а также разработка эффективных, конкурентоспособных технологий пигментной печати при использовании дисперсий сополимеров является актуальной.

Поставщиками красителей и текстильной химии для пигментного колорирования являются следующие фирмы: BASF (Германия), Ciba (Швейцария), Clariant (Австрия), Minerva (Италия), Sigma 3V (Италия), Bayer (Германия), Tanatex (Нидерланды), Brookline (США) и др.

Ипортные композиции в основном многокомпонентны и предусматривают использование от 4 до 7-8 продуктов. Это обусловлено стремлением достичь наиболее высоких колористических эффектов и придать тканям улучшенные потребительские и эксплуатационные показатели. В этих композициях присутствуют основные компоненты, необходимые для закрепления пигментов на ткани. К ним относятся сшивающие, пленкообразующие препараты и загустители. Учитывая вид используемого связующего дополнительно вводятся катализаторы, мягчители и др. текстильно-вспомогательные вещества.

Некоторые связующие представляют собой либо эмульсии сополимеров различной природы, либо комбинации готовых связующих различной природы в различных соотношениях. Например, препарат Binder 0102N (ф. Minerva, Италия), представляет собой синтетическую смесь акрилатов, бутадиенов, стиролов с добавкой специальных текстильно-вспомогательных веществ. Его использование позволяет получать на тканях мягкий гриф, хорошую прочность и яркие расцветки.

Некоторые связующие представляют собой: эмульсии латексов, синтезированных на основе модифицированных акрилат-акрилонитрил-бутадиеновых полимеров. Существуют связующие на основе акрилата/акрилонитрила, а также виниловые связующие.

Для закрепления на волокне акриловых связующих предлагаются «сшивающие» препараты. К ним относятся стабильные N - метилолполиэфирыкарбамидные смолы, мочевино- и меламиноформальдегидные сшивающие реагенты с низким содержанием формальдегида.

Безформальдегидные препараты – это aqvabondpure (ф. Brookline), аминопласт, alcoprint PFL (ф. Ciba) на основе бутилового или аллилового эфира метилоламина. Фиксация таких связующих на волокне происходит без предконденсатов термореактивных смол. Например, гелизаринбиндеры (ф. BASF) — жидкотекучие водные дисперсии пленкообразующих, самосшивающихся сополимеров на основе акрилата, обладающие очень хорошей стойкостью при хранении и образующие на волокне эластичную пленку, устойчивую к водным обработкам и органическим растворителям.

Очень важным в пигментной печати является эффективный загуститель. Лучшие свойства отмечаются при использовании акрилатов. Акрилаты в основном производятся в виде «разбухающих» водных концентрированных паст на основе карбоксилсодержащих акриловых сополимеров. Эти загустители имеют высокую загущающую способность. А это позволяет снизить их содержание в композиции. Концентрация загустителей в ряде композиций не превышает 1,5-2,0 % (композиции фирм Clariant, Minerva, Ciba), что делает их более эффективными. Эффективность действия акрилового загустителя зависит от pH. К тому же они чувствительны к электролитам. В их присутствии загущающая способность снижатся.

Фирмы-производители рекомендуют регулировать требуемую технологическую вязкость пигментной системы путем добавления аммиака (pH 7,5 - 8,0). Фирма ЗВ Сигма для достижения равномерной вязкости предлагает использовать новый тип акрилового загустителя - Novaprint SB. Можно специально вводить агент коррекции вязкости - NovaprintExtra, который может использоваться непосредственно в печатной композиции или после добавления пигмента. При его использовании улучшается четкость контуров рисунка

Технические характеристики окрасок при использовании пигментов определяются физико-механическими свойствами пленкообразующих полимеров, используемых в качестве связующих в пигментной печатной краске. В связи с этим представляет интерес изучение свойств пленок из водных дисперсий сополимеров, закономерности изменения механических свойств от температуры (термомеханические свойства), жесткость. Результаты таких исследований дадут возможность сравнить свойства известных полимеров и предположить свойства и структуры полимерных связующих, используемых в текстильной печати.

В процессе сушки и фиксации пигментов на текстильном материале большое влияние оказывают препараты, вводимые в печатную краску.

Для влияния на процесс образования пленки и на технические результаты печатания в целом в пигментной печати используют «замедлители» сушки. Их применение позволяет улучшить устойчивость тиксотропных, реологических свойств печатных красок. Вместе с тем замедление скорости сушки полимерных дисперсий в местах печати и на шаблонах путем введения ПАВ или эмульгаторов приводит к ухудшению других свойств. Наличие ПАВ приведет к снижению прочности получаемой окраски. Это связано с тем, что из-за адсорбции ПАВ на частицах полимера упрощается его деформация и происходит адсорбционное понижение прочности (эффект Ребиндера). Но не смотря на это добавки использовались, и будут использоваться, так как необходимо управлять свойствами печатных композиций.

Композиция для пигментной печати является многокомпонентной системой. Учесть вклад каждого компонента во взаимодействие очень сложно. Можно только предположить, например, что в данной системе присутствуют частицы, окруженные макромолекулярным слоем ПАВ, и мицеллы ПАВ, которые образуют сложную сетчатую структуру, включающую цепи пленкообразующих компонентов. Вся печатная система пронизана связями через молекулы ПАВ. Введение ПАВ с более разветвленной структурой и высокой молекулярной массой, приводит к увеличению числа этих связей.

Зарубежные фирмы рекомендуют вводить в состав композиции для пигментной печати эмульгаторы. Они выполняют роль «замедлителей» сушки и регуляторов реологических свойств. Это препараты фирмы BASF (Германия) - серия Luprintol MCL, CF, MP, SL, фирмы Brookline (США) - Brookprintliquid SLF и др.

В полимерные системы улучшенного качества для повышения прочности покрытий, блеска, устойчивости к атмосферным условиям, вводят дополнительные полимерные добавки, такие как полиуретаны, кремнийорганические полимеры.

В зависимости от потребительских требований, предъявляемых к напечатанным тканям, и характера рисунка в качестве компонентов композиции могут быть использованы различные вещества. Например, для получения белоземельных рисунков с небольшой площадью покрытия, а также для тканей неодежного ассортимента используют закрепляющие композиции, содержащие в

качестве связующего поливинилацетатную эмульсию, в качестве сшивающего агента - предконденсаты термореактивных смол, а в качестве загустки - крахмальную загустку. Эти композиции обеспечивают хорошую прочность печати, относительно легко смываются и имеют относительно низкую стоимость.

Однако эти композиции на основе эмульсий ПВА нельзя использовать для тканей одежного и бельевого ассортимента с большой площадью печати, так как при этом напечатанные ткани имеют жесткий гриф и повышенное содержание формальдегида.

В качестве связующих используют сополимеры акрилового ряда, которые обеспечивают наибольшую прочность печати. В качестве загустителей пигментные композиции содержат редкосшитые поликислоты (полиакриловую или полиметакриловую), а в качестве сшивающего агента - модифицированные мочевино- или меламиноформальдегидные смолы, дающие минимальное содержание формальдегида на ткани. При необходимости такие композиции могут также содержать различные целевые добавки: пеногасители, эмульгаторы, мягчители, щелочные или кислотные агенты. Эти композиции дают мягкую и прозрачную пленку на ткани, обеспечивают хорошую чистоту цвета и мягкий гриф печатных рисунков, но они дороги, дают низкую прочность печати к сухому трению и обладают плохой смываемостью с оборудования.

В настоящее время актуальной задачей является поиск закрепляющей композиции для печати тканей пигментами, включающей связующее на основе водных дисперсий сополимеров, которая обеспечивала бы повышение прочности окраски к сухому трению, имела бы меньшую стоимость и более высокую смываемость с оборудования без ухудшения других показателей качества печати.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Кричевский Г. Е. Химическая технология текстильных материалов.Т. 2 - М., 2001, с. 415-430

[2] Текстильная химия, Специальный выпуск РСХТК, 1996, 1 (8), с. 20-21, 22-25, 27

[3] Изучение свойств пленкообразующих систем для пигментной печати / Алешина А.А., Соколов М.А.: сб. тез.докл. Всерос. научн.-техн. конф. студ. и асп. «Дни науки-2006», СПбГУТД. С-Петербург, 2006. - С. 228.

[4] Алешина, А.А. Современное состояние и перспективы развития пигментной печати / Алешина А.А., Козлова О.В., Мельников Б.Н. // Изв. вузов «Химия и химическая технология» — 2007. — Т.50, вып.6. — С.3-8.

[5] Кулешова, И. Д. Оптимизация состава наполнителей водно-дисперсионных красок с целью повышения их качества / Кулешова И. Д., Скороходова О. Н. // Лакокрасоч. пром-ть. 2007. - № 4. - С. 19 - 22.

Касымова Г.А., Баданова А.К., Баданов К.И.

Маталарды пигменттермен басып шығару үшін композицияларды жетілдіру

Түйіндеме. Текстиль технологиясында пигменттермен колорлау кезінде қолданылатын полимерлердің дисперсиясына қойылатын негізгі талаптар қарастырылады. Полимерлердің химиясын жақсарту бағыттары көрсетілген. Отандық су-дисперсиялы қабықша түзейтін полимерлерді жарату болашақты бағыттары белгіленген. Түстердің сапасын және түс сипаттамаларын жақсартуға мүмкіндік беретін тоқыма материалдарын пигменттермен басып шығаруға арналған тиімді композицияларды іздестіру және негіздеуі, срнымен қатар сополимерлердің дисперсиясын қолдана отырып тиімді, бәсекеге қабілетті пигментті баспа технологияларын әзірлеу маңызды болып табылатындығы көрестілген.

УДК 677.027.513.2:678.664

[1]K.I. Badanov, [2]G.A. Kasymova, [3]A.K. Badanova

(Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz [2] SKSU named after M. Auezova, Shymkent Almaty Technological University, Almaty)

BINDING BASED ON POLYURETHANE DISPERSIONS IN PIGMENT PRINTING

Abstract: There is a diverse range of binders for pigment printing, which due to their multifunctional properties allow you to vary the possibilities of printing inks. In most cases, each of them has a number of drawbacks. The use of polyurethane thickeners can improve the rheological properties of water-dispersion systems. Polyurethane-based thickener provides higher color strength, good intensity, keeps the neck of the printed fabric. High efficiency urethane thickeners associated with swelling, dissolution and thickening of the paint as neutralization. It remains relevant to expand the range of TVV data. The selection and analysis of the effectiveness of the use of domestic products in printed compositions instead of foreign analogues is an urgent task of import substitution.

Keywords: pigment printing, polyurethane dispersions, binder, binder film, adhesion of films.

[1]К.И. Баданов, [2]Г.А. Касымова, [3]А.К. Баданова
(Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, Тараз
[2] ЮКГУ им. М. Ауэзова, Шымкент
Алматинский технологический университет, Алматы)

СВЯЗУЮЩИЕ НА ОСНОВЕ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ ДИСПЕРСИЙ В ПИГМЕНТНОЙ ПЕЧАТИ

Аннотация: Существует разнообразный ассортимент связующих для пигментной печати, которые за счет своих многофункциональных свойств позволяют варьировать возможности печатных красок. В большинстве случаев каждое из них имеет ряд недостатков. Применение полиуретановых загустителей позволяет улучшить реологические свойства водно-дисперсионных систем. Загуститель на основе полиуретана обеспечивает более высокую прочность окраски, хорошую интенсивность, сохраняет гриф напечатанной ткани. Высокая эффективность уретановых загустителей связана с набуханием, растворением и загущением краски по мере нейтрализации. Остается актуальным расширять ассортимент данных ТВВ. Выбор и анализ эффективности использования в печатных композициях препаратов отечественного производства вместо зарубежных аналогов является актуальной задачей импортозамещения.

Ключевые слова: пигментная печать, полиуретановые дисперсии, связующее, плёнка связующего, адгезия пленок.

Анализ свойств полиуретановых иономеров позволил предположить, что на основе этого класса плёнкообразующих соединений может быть решен ряд проблем, сопровождающих применение пигментных печатных композиций. Особенности печатных красок на основе дисперсий анионактивных полиуретанов послужили предпосылкой для создания на их основе малокомпонентных и стабильных печатных составов за счёт исключения специальных диспергаторов, стабилизаторов, гидротропных веществ, препятствующих высыханию красок, эмульгаторов для облегчения удаления печатных составов, а также мягчителей, поскольку отпечатки обладают мягким грифом [1].

Разработанные на основе полиуретановых иономеров композиции внедрены в производство для расцвечивания изделий, содержащих полиакрилнитрильное волокно, фиксация на котором пигментов с помощью связующих других типов затруднена. Высокая прочность окрасок при использовании разработанных печатных составов позволила предприятию, на котором она была внедрена, использовать алые марки пигментов, отличающихся невысокой устойчивостью окрасок, что способствовало улучшению художественно-колористического оформления тканей. Большинство пигментов являются активными наполнителями полиуретановой плёнки и обладают усиливающим эту пленку действием, что связано с особенностями химического строения полиуретана, а именно наличием в его макромолекулах разнообразных типов связей и групп. Плёнка связующего должна удовлетворять целому комплексу требований, что очень сложно обеспечить при использовании индивидуального полимера, поэтому в большинстве случаев используются смеси различных по своему целевому назначению мономеров и предконденсатов. Полиуретаны используют также в качестве дополнительных полимерных добавок. В системы улучшенного качества их вводят для повышения прочности покрытий, блеска, устойчивости к атмосферным условиям.

Существует разнообразный ассортимент связующих для пигментной печати, которые за счет своих многофункциональных свойств позволяют варьировать возможности печатных красок, но в большинстве случаев каждое из них имеет ряд недостатков. Поэтому остается актуальным расширять ассортимент данных ТВВ.

Для создания красочного рисунка на ткани при существующей технологии необходимо поместить краситель в вязкую систему, которая способна обеспечить переход его из углубленной гравюры или сетки шаблона на ткань. Вязкой системой является загустка. Загустки – это многокомпонентные высокоструктурированные дисперсные системы или растворы полимеров, способные к неограниченному смешиванию с растворами или дисперсиями красителей и ТВВ с образованием устойчивых консистентных систем – печатных красок.

Загущающие материалы играют вспомогательную роль в текстильном производстве, тем не менее, их стоимость и качество ощутимо влияют на экономические показатели отдельного производства. Так, стоимость загустки в зависимости от вида загустителя может составлять от 10 до 42% от общей стоимости материальных затрат при печати текстильных материалов, а улучшение ее

технологических свойств создает предпосылки для удешевления печати за счет повышения степени полезного использования красителя.

Выбор загустителя для пигментной печати, относящейся к наиболее универсальным и экологически безопасным процессам формирования рисунков на текстиле, особенно важен с учётом отсутствия операции промывки напечатанного материала, так как на нем остаётся всё то, что входило в состав печатной краски. Это в первую очередь загустители, связующие вещества и мягчители. Эти компоненты не должны ухудшать технические показатели ткани. При этом рисунок должен иметь чёткий контур, насыщенный цвет, высокую устойчивость окраски, а напечатанная ткань – минимальные значения жёсткости.

Актуальной задачей остается разработка составов и рецептур эффективных композиций на основе местного полимерного сырья, как природного, так и синтетического происхождения, пригодного в качестве загустки в процессе печатания хлопчатобумажных тканей. Введение синтетических полимеров в состав композиций в качестве загустителя приводит к улучшению эксплуатационных и колористических характеристик напечатанных тканей. Закрепление композиции происходит за счет образования сетчатой структуры печатной композиции на волокне.

За рубежом в последнее время все большую популярность завоевывает группа синтетических загустителей уретанового типа, которые можно рассматривать как полиэтаксилаты, модифицированные диизоцианатами, т.е. как загустители на основе сополимеров окисей этилена и пропилена. Работы в области исследования новых полиуретановых загустителей немногочисленны, а сведения об их применении в текстильной печати практически отсутствуют.

Исследования по изучению влияние загустителей уретанового типа на качество печатания пигментами позволяют сделать некоторые выводы:

а) На реологическое свойства уретановых загусток влияют растворители, используемые для растворения твёрдой основы полимера загустителя;

б) При использовании загустителя с пропиленгликолем их вязкость более высокая;

в) Отимальный состав смеси растворителей устанавливается путем изменения полярности системы и поляризуемости, при этом обязательно должна учитываться степень ее экологической безопасности.

Уретановые загустители представляют интерес из-за высокой загущающей способности. Она обеспечивает низкое содержание твердого вещества загустителя в пленке связующего. При этом исключается изменение грифа текстильного материала после печати. Вязкость 70-80 дПа·с может быть получена в системе с содержанием 2-3 % твердой вещества.

В качестве загустителей пигментных печатных красок используются полиуретановые иономеры, модифицированных изоцианатами. Применение полиуретановых загустителей позволяет улучшить реологические свойства водно-дисперсионных систем. Загуститель на основе полиуретана обеспечивает более высокую прочность окраски, хорошую интенсивность, сохраняет гриф напечатанной ткани. Высокая эффективность уретановых загустителей связана с набуханием, растворением и загущением краски по мере нейтрализации. Необходимое количество применяемого синтетического загустителя всегда зависит от качества используемой воды, красителей и связующих. Поэтому для получения той же величины вязкости печатной пасты на различных предприятиях используются разные количества загустителя в пигментных печатных рецептурах. Загуститель для пигментных систем должен обладать совместимостью с полимером связующего. Например, загустители на основе акриловой и метакриловой кислоты рекомендуются составами на основе акриловых связующих.

Если учесть, что одинаковая химическая природа связующего и загустки обеспечивают более качественную печать, то загустители уретанового типа представляют интерес для пигментных печатных красок на основе связующих уретанового типа

Для пигментной печати в качестве загущающих компонентов можно использовать полифункциональные синтетические полимеры. Они позволяют получать высокое качество узорчатой расцветки при сохранении мягкости напечатанного материала.

Основная тенденция развития производства и применения загустителей состоит в расширении их ассортимента. Расширение ассортимента происходит за счет:

- синтеза новых полимеров;
- разработки новых эффективных многокомпонентных загущающих систем;
- интенсивных механических воздействий для модификации существующих загустителей.

С появлением водных дисперсий полимеров акриловой и уретановой природы становится возможным совершенствование технологий пигментной печати. При этом необходимо выявить закономерности изменения колористических и физико-механических показателей текстильных материалов в пигментной печати при использовании полимерных связующих. Определить малокомпонентные пигментные композиции для печатания тканей, эффективность применения технологии поверхностного нанесения полимерных препаратов на окрашенную пигментами ткань. Необходимо изучить закономерность изменения ровности, интенсивности и устойчивости окрасок при введении в печатную композицию специальных вспомогательных веществ. Продолжить поиск отечественных полимерных препаратов акриловой и уретановой природы для создания эффективной малокомпонентной и экологически безопасной технологии пигментной печати, которая позволит улучшить колористические параметры тканей и получить прочное адгезионное закрепление частиц пигмента на волокнистом субстрате с сохранением мягкости грифа текстильного материала.

Печатание пигментными красителями имеет некоторые недостатки в связи с отсутствием широкого ассортимента связующих, которые могли бы удовлетворять необходимым требованиям для получаемых на тканях качественных рисунков. Вместе с тем, находят применение полиуретановые производные, обладающие хорошими пленкообразующими, реологическими и другими свойствами. Определенный интерес представляют исследования по применению водных полиуретановых дисперсий в качестве связующих в пигментной печати, что позволит расширить ассортимент загустителей за счет использования этого перспективного типа полимера.

При пигментной печати нанесение печатного состава на текстильный материал значительно увеличивает жесткость грифа ткани за счет отсутствия операции промывки. Жесткость характеризует способность тканей сопротивляться изменению формы при деформациях изгиба и влияет на их драпируемость. Жесткость тканей зависят от их волокнистого состава, строения, отделки и оказывают существенное влияние на внешний вид изделий. Полиуретановые пленки эластичны, способны повторять форму ткани, являются мягкими и пластичными. Необходимо учитывать влияние на жесткость природы загущающей составляющей. В процессе пигментной печати данный компонент не удаляется с волокна из-за отсутствия операции промывки. Использование полиуретановых композитов в пигментной печати, не уступающих акриловым связующим, требует дальнейшего изучения. Ткань, напечатанная полиуретановыми композициями обладает высокими печатно-техническими показателями и хорошими эксплуатационными свойствами. Для казахстанских текстильных предприятий существует необходимость расширения ассортимента препаратов отечественного производства и разработки рекомендаций к их использованию.

Связующие для пигментной печати, образующие плёнки полимерных дисперсий должны обладать набором необходимых свойств для получения требуемых показателей печати. Одними из наиболее важных критериев оценки пригодности плёнкообразующих препаратов для использования в пигментной печати являются физико-механические свойства пленок, а именно эластичные и прочностные свойства. При этом большое внимание уделяется разрывной прочности и относительному удлинению, адгезионной прочности к волокну.

Пленки дисперсий достаточно пластичны и способны давать прочные отпечатки. При введении пигмента в состав пленки происходит снижение разрывной нагрузки и снижение разрывной прочности наполненной пленки по сравнению с ненаполненной. Уменьшается абсолютное удлинение при разрыве. Предположительно в структуре пленки происходит частичная кристаллизация и изменение подвижности цепей макромолекул. Это приводит к изменению характера разрушения и подтверждает версию «усиливающего» действия пигментов на структуру полиуретанов. Адгезионная прочность пигментированных пленок к волокну определяется адгезией связующих компонентов пигментных печатных красок. Адгезия пленок количественно определяется при помощи методов, основанных на отрыве пленок. Адгезия обуславливается различными видами взаимодействия между молекулами или атомами. Эти взаимодействия приводят к образованию межмолекулярной водородной химической связи. Межмолекулярная связь может возникнуть за счет ориентационного, индукционного и дисперсионного взаимодействий – сил Ван-дер-Ваальса. Водородная связь может возникать при взаимодействии гидроксилов с группами –COOH, =NH, а также с бензольным кольцом. Наличие функциональных групп определяет адгезию пленок к субстрату. Во многом на величину адгезии оказывает влияние концентрация адгезива, концентрация пигмента, природа наполнителя, молекулярная масса полимера, совместимость компонентов печатных составов. Ограничение подвижности цепей и их сегментов при установлении контакта между двумя

полимерами, макромолекулы или сегменты которых могут взаимно проникать друг в друга, обуславливает определенное понижение прочности адгезионного соединения. На прочностные показатели пигментных окрасок оказывает влияние следующие факторы:

- прочность адгезионного закрепления пленки печатной краски;
- прочность самой пленки;
- когезионная прочность пленки;
- активность взаимодействия функциональных групп полимера пленки с водой.

Препараты необходимо рассматривать в сравнении со связующими импортного производства с целью их замены отечественными дисперсиями в пигментных композициях. Прочность пигментных отпечатков на основе полиуретановых связующих можно сопоставить с используемым в промышленности акриловым импортным препаратом, например Helizarin binder ET 95 (ф. BASF). Основным критерием для оценки связующих свойств могут служить показатели устойчивости к сухому, мокрому трению и стирке. Полимеры могут образовывть слишком тонкие и жёсткие плёнки, неустойчивые к физико-механическим воздействиям. Это можно связать с тем, что введения добавок к полимеру связующего может снизить адгезию пленок к субстрату. Кроме того в таких дисперсиях небольшое количество изоцианатных групп образует недостаточную концентрацию связей между поверхностью материала и наполненной пленкой дисперсии. Составы водной пигментной краски, включающей, пигмент, связующее; загуститель; воду – требует усовершенствования с целью возможности повышения прочности печатных рисунков.

Выбор и анализ эффективности использования в печатных композициях препаратов отечественного производства вместо зарубежных аналогов является актуальной задачей импортозамещения.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Мищенко, А.В. Разработка и физико-химическое обоснование композиций на основе водных дисперсий полиуретановых иономеров для печатания пигментами: автореф. дис. … д-ра техн. наук: 05.19.03. / Мищенко А.В. – Херсон, 1994. – 37 с.

[2] Кузнецова Е. Э. Разработка рациональной технологии процесса печатания текстильных изделий пигментными композициями на основе полиуретановых дисперсий: диссер. канд-та техн. наук: 05.19.02 / Кузнецова Е. Э.– Москва, 2014. – 191 с.

Баданов К.И., Касымова Г.А., Баданова А.К.

Пигментті баспада полиуретанды дисперсиялар негізінде байланыстырушы

Түйіндеме. Әр түрлі пигментті байланыстырғыштардың әртүрлілігі бар, олар көп функциялы қасиеттеріне байланысты басып шығару сияларының мүмкіндіктерін өзгертуге мүмкіндік береді. Көп жағдайда олардың әрқайсысының бірқатар кемшіліктері бар. Полиуретанды қоюлатқыштарды қолдану су-дисперсиялық жүйелердің реологиялық қасиеттерін жақсарта алады. Полиуретанды негіздегі қоюландырғыш бояудың жоғары беріктігін, қарқындылығын қамтамасыз етеді және басылған матаның сапасын сақтайды. Уретанды қоюландырғыштардың жоғары тиімділігі бейтараптандырылған бояудың ісінуімен, еріумен және қоюлануымен байланысты,. ТҚЗ деректер ауқымын кеңейту маңызды болып қала береді. Шетелдік аналогтардың орнына отандық өнімді баспа композицияларында қолдану тиімділігін таңдау және талдау импорт алмастырудың кезек күттірмейтін міндеті болып табылады.

Түйін сөздер: пигментті сурет басу, полиуретанды дисперсия, байланыстырғыш, байланыстырғыш қабықша, қабықшаны жабыстыру.

УДК 548. 522

[1, 3]A.A. Shaikenova, [1, 2]R.Y. Beisenov, [1, 2] D.A. Muratov, [1]G.K. Turlybekova, [1]K.S. Astemessova
([1]Satbayev University, Almaty
[2]LLP «Institute of Physics and Technology», Almaty
a.shaikenova@satbayev.university)

SYNTHESIS OF FEW LAYER GRAPHENE ON COPPER FOIL AT ATMOSPHERIC PRESSURE BY CHEMICAL VAPOR DEPOSITION METHOD

Abstract. In this paper the experiments result of the synthesis of few layer graphene (FLG) by Chemical Vapor Deposition (CVD) method on the copper (Cu) foil are discussed. Graphene is the first representatives of two-

dimensional materials. Due to their unique properties, graphene has a potential in the various applications for science and technologies, particular in electronics. It is argued that chemical vapor deposition (CVD) method is widely used in the synthesis of graphene. However, desired quality of graphene layers is not always achievable. Therefore, controllable synthesis in domain size and morphology is required for large-scale applications. Mechanism of graphene formation studied during the synthesis process. This article provides Raman spectroscopy, atomic force microscopy (AFM) and scanning electron microscopy (SEM) analysis of obtained CVD few layer graphene. The morphology of FLG on Cu substrates was investigated by SEM and AFM. For pure graphene the Raman spectrum presents two principle peaks. Thus, Raman spectroscopy is used to analyze the number of layers, defects of graphene samples.

Keywords*:* two-dimensional materials, few layer graphene, synthesis, Chemical Vapor Deposition.

[1, 2]А.А. Шайкенова, [1, 2]Р.Е. Бейсенов, [1, 2]Д.А. Муратов, [1]Г.К. Турлыбекова, [1]К.С. Астемесова
([1]Satbayev University, Алматы
[2]ТОО «Физико-технический институт», Алматы
a.shaikenova@satbayev.university)

СИНТЕЗ МНОГОСЛОЙНОГО ГРАФЕНА НА МЕДНОЙ ПОДЛОЖКЕ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ (CVD)

Аннотация. В данной статье обсуждаются результаты синтеза многослойного графена методом химического осаждения из газовой фазы (CVD) на медной подложке. Графен является первым представителем класса двумерных материалов. Благодаря своим уникальным свойствам графен имеет потенциал применения в самых различных областях науки и техники, особенно в электронике. Показано, что метод химического осаждения из газовой фазы широко используется при получении графена. Однако, желаемое качество слоев графена не всегда является достижимым. Следовательно, для широкомасштабного использования необходимо проводить синтез с контролируемым размером домена и морфологией. Механизм образования графена был изучен во время процесса синтеза. В статье показаны результаты исследования многослойного графена, полученного химическим осаждением из газавой фазы, методами Рамановской спектроскопии, атомно-силовым (АСМ) и сканирующий электронным микроскопами (СЭМ). Морофология многослойного графена на медной подложке была изучена методами СЭМ и AFM. Раман спектры показывает два характерных пика для графена. Таким образом, метод спектроскопии комбинационного рассеяния был использован для анализа числа слоев и дефектов образцов графена.

Ключевые слова: двумерные материалы, многослойный графен, синтез, химическое осаждение из газовой фазы.

1. Введение

С момента первого открытия графена в 2004 г. и получения Нобелевской премии по физике в 2010 г. графен вызывает высокий интерес в научном сообществе [1]. Графен является первым представителем класса двумерных материалов с толщиной в один слой атома углерода и имеет гексагональную структуру [2].

Первый образец графена был получен отделением одного слоя от графита с помощью клейкой ленты, способа показывающего ограниченную эффективность, несмотря на высочайшее качество кристаллографического совершенства всех образцов. Затем с целью повышения эффективности были разработаны и другие методы получения графена, такие как жидкофазное расслоение графита, восстановление оксида графена и химическое осаждение из газовой фазы, которое впоследствии стало одним из основных способов. Однако для получения пленок заданной толщины, метод CVD синтеза графена требует более детального изучения процесса. При CVD синтезе графена, переходные металлы, такие как медь (Cu) и никель (Ni) [3,4], некоторые редкоземельные металлы, такие как рутений (Ru) [5], благородные металлы (Pt – платина) [6], а также другие металлы или даже их соединения используются как катализаторы. Однако, переходные металлы рассматриваются как самые эффективные катализаторы, и являются относительно дешевыми по сравнению с благородными и редкоземельными металлами [7]. Переходные металлы могут выступать в роли подложек и катализаторов; они с легкостью отделяются для получения чистого графена без нарушения целостности выращенных образцов графена. Необходимо отметить, что механизм роста графена при CVD методе является различным для Cu и Ni, которые используются как катализаторы. Эпитаксиальный рост графена на медном катализаторе является процессом адсорбции на поверхности (рисунок 2) [8]. в то время как рост графена на никелевой подложке – это диффузия, сопровождаемая дальнейшим отделением и осаждением углерода на поверхности [9].

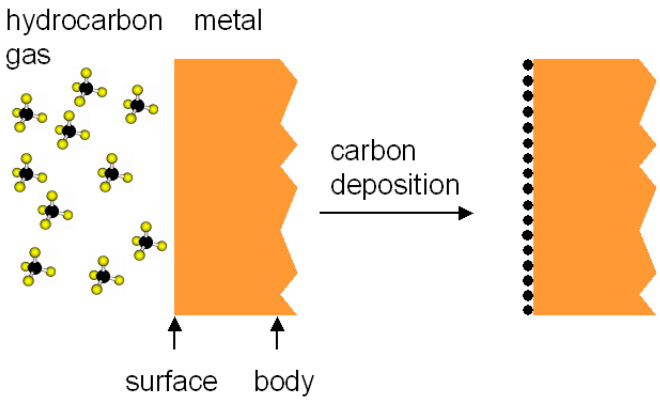


Рис.1. Процесс поверхностной адсорбции

Химическое осаждение из газовой фазы и его модификации являются многообещающими методами эпитаксиального выращивания графена, т.к. позволяют получать пленки больших размеров [10], контролировать процесс осаждения, а также являются недорогими по сравнению с физическими методами синтеза.

2. Механизм образования графена в процессе CVD метода

CVD синтез признан надежным методом получения высококачественых двумерных (2D) материалов [11]. Процесс, показанный здесь, является подходящим для получения графена размером с подложку. Для его достижения необходимо глубокое понимание механизма роста графена и требования к росту зерен графена. Согласно данным, механизм роста графена на медной подложке (рисунок 4a) и условия протекания реакции показаны там, где плотность нуклеации графена снижена и есть возможность роста больших доменов графена роста (рисунок 4. b-g) [11].

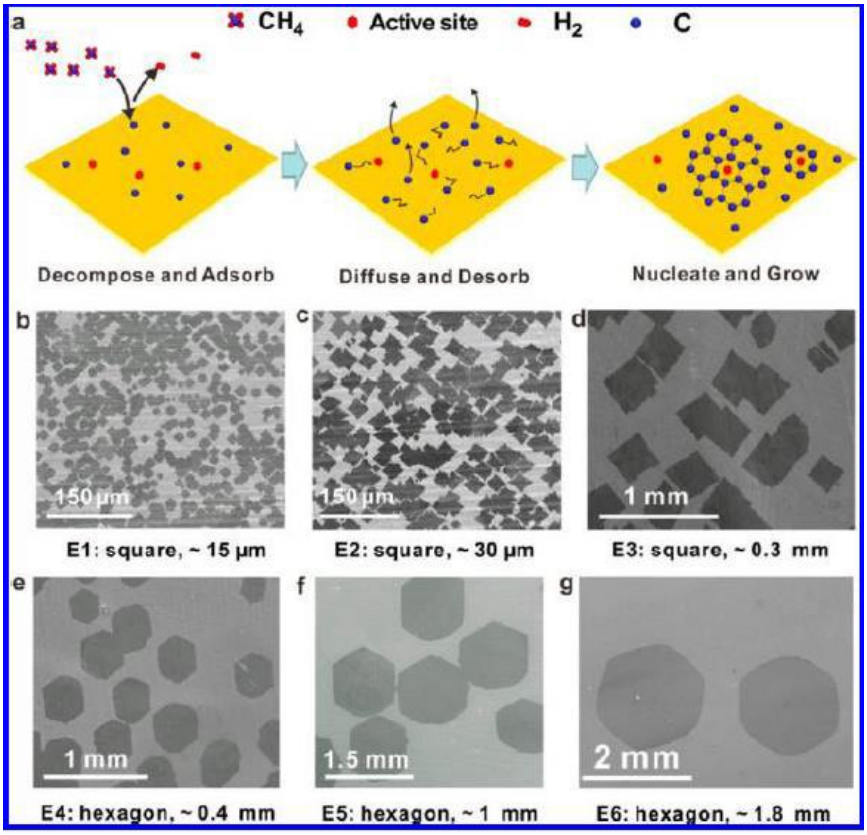


Рис.2. Иллюстрация механизма роста графена на медной подложке

Благодаря каталитическим свойствам меди, она является одним из основных материалов, используемых при синтезе графена. При изучении процесса образования графена на медной подложке было определено, что первоначальным этапом является адсорбция атомов углерода на поверхности. Далее, образование островков графена с одинаковой ориентацией. Затем, объединение отдельных островков графена без дефектов на границах и образование высококачественного слоя графена (рисунок 3).

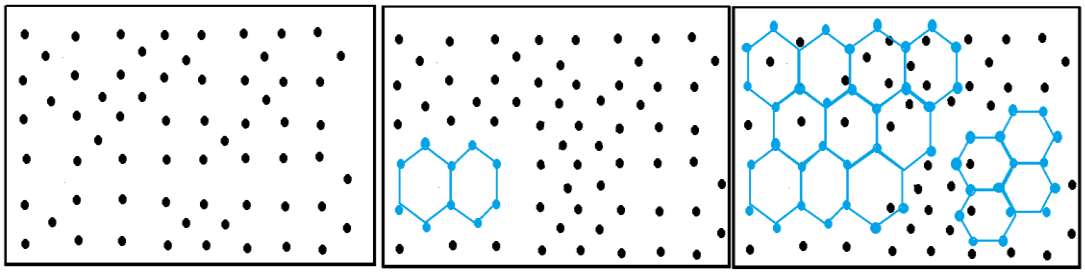


Рис.3. Механизм роста графена методом CVD

В идеале должен формироваться слой графена, но на практике его образование происходит в полукристаллическом порядке, который показывает наличие отдельных островков графена с разной ориентацией, которые затем начинают объединяться.

3. Синтез многослойного графена методом CVD

Химическое осаждение из газовой фазы и его модификации являются перспективными методиками эпитаксиального роста графена, поскольку позволяет производить синтез пленок больших размеров, контролировать процесс осаждения, а также малую стоимость экспериментов, по сравнению с физическими методами роста.

В качестве подложки-катализатора использовали медную фольгу (Alfa Aesar, Cu 99,8%) толщиной 25 мкм. Фольгу нарезали с прямоугольной формой шириной 1 см и длинной 3-4 см, небольшой разрез был сделан в нижнем правом углу для позиционирования на держателе образца. Образец зажимался стеклянными слайдами и с пластиковыми зажимами оставлялся выравниваться. Затем для удаления поверхностных загрязнений промывали в ультразвуковой ванне (Scientz SB-52000D).

Рост зерен графена проводился методом CVD в 3 зонной вакуумной трубчатой печи компании SPX. Подложка помещалась непосредственно в центре камеры синтеза, CVD установка показана на рисунке 4.

Методика CVD синтеза заключается в каталитическом росте графена на металлической подложке при термической деструкции углеводородных соединений при вспомогательной атмосфере водорода и аргона.

Рис.4. Установка CVD

Термический CVD реактор состоит из печи (термоизолированный корпус с нагревателем), в середине устанавливается цилиндрическая кварцевая труба (длинна 150 см, внутренний диаметр 70 мм). Подача газа происходит через газораспределитель (расходомер) компании MKS (рисунок 5). Перед началом эксперимента медная подложка помещается в кварцевую трубу так, чтобы она находилась непосредственно в середине реакционной зоны. Далее камера откачивания посредством механического форвакуумного насоса до давления 10^{-2} Торр. Дополнительно проводится очистка камеры через продувание потоком инертного газа Ar, затем камера повторно откачивается. Далее заполнялся буферным газом Ar до атмосферного давления, проток газа создается через камеру при спускании давления. Впоследствии следует процедура синтеза графена.

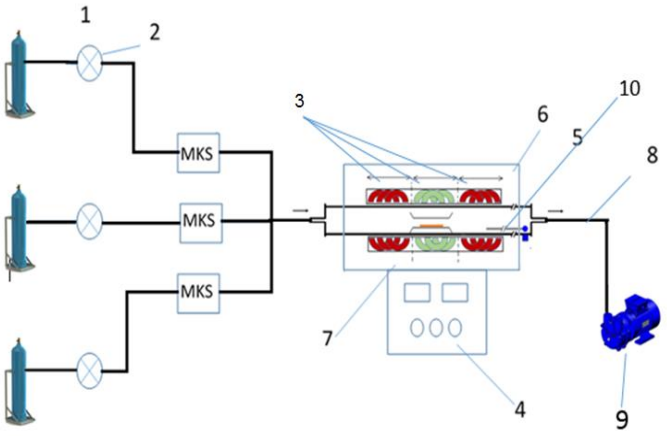


Рис.5. Схема установки трубчатого CVD реактора для синтеза графена на металлической фольге

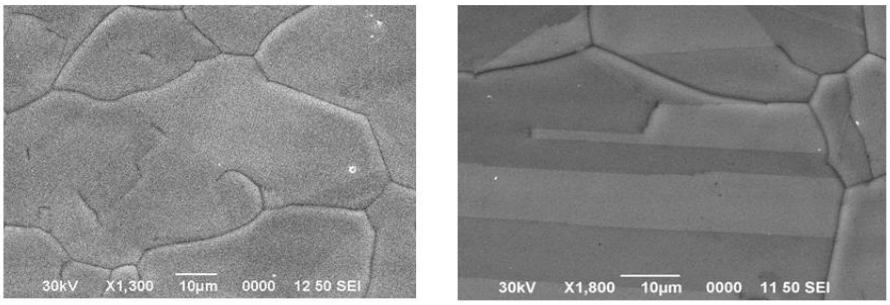
Схема CVD установки 1 - цилиндры с газами (Ar, CH_4, H_2), 2-редукторы, 3- контроллеры подачи газов, 4- термоконтроллер, 5-кварцевый трубчатый реактор, 6- нагревательные элементы, 7-металлическая подложка, 8- линия откачки, 9- механический насос, 10-держатель

Процесс синтеза графена был разделен на три стадии (рисунок 3): во время первой стадии проводится, прогрев камеры до температуры синтеза 850 - 950°C в потоке инертного (буферного) газа Ar и H_2. Далее, при достижении температуры начинается синтез в потоке рабочих смесей газов ($Ar+H_2+CH_4$) на протяжении 20-30 минут. После синтеза, проводилось охлаждение образца, которое завершает процедуру получения графена. Медная подложка охлаждалась вместе с камерой в протоке инертного газа (Ar).

4. Результаты и обсуждение

Морфология и структура синтезированного и перенесенного графена была исследована методами оптической микроскопии, СЭМ, АСМ и Раман спектроскопии. Работы проводились на аналитической базе ТОО «Физико-технический институт», Раман спектры были получены в ННЛОТ КазНУ им. аль-Фараби.

Поверхностная микроструктура графена синтезированного в различных значениях времени показана на рисунке 6. СЭМ анализ показал достаточно гладкую поверхность.



T= 950°C; t= 20 мин T= 950°C; t= 30 мин

Рис.6 СЭМ изображения CVD графена на медной фольге

АСМ изображения полученного CVD графена на рисунке 7, показывают формирование микрозернистой поверхности.

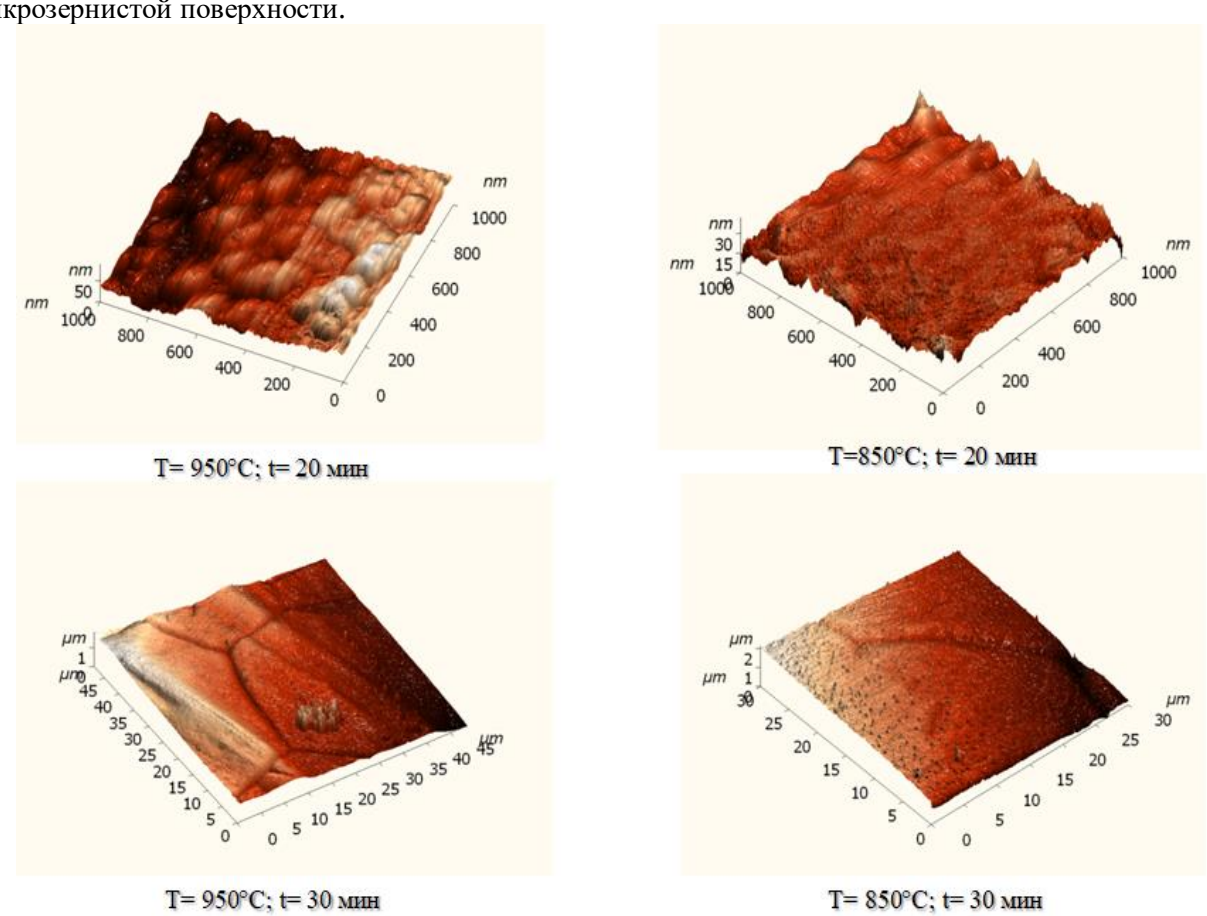


Рис.7. АСМ изображения CVD графена с параметрами синтеза

СЭМ и АСМ изображения отображают образование однородную поверхность, где формируются трещины с увеличением температуры и времени синтеза вследствие разности коэффициентов температурного расширения материалов.

Рамановская спектроскопия является наиболее надежным методом для получения информации о структурах связанных с графеном и углеродом, позволяя оценить структуру, количество слоев графена, присутствие химических примесей, дефекты структуры графена. Анализ Раман спектроскопии был произведен в национальной нанотехнологической лаборатории открытого типа, КазНУ им. аль-Фараби. Основные три пика D, G и 2D характерны для графена и выявляются при анализе на Раман. D пик с высокой интенсивностью часто наблюдается в дефектном графене. G пик представляет собой кристаллическое качество и является свидетельством образования гексагональной решетки . Это связано с растяжением связей sp2 всех пар атомов углерода. Интенсивный 2D пик наблюдается при получении двумерного материала. Соотношение интенсивности пиков 2D и G (I_{2D}/I_G) определяет количество формированных слоев графена.

На рисунках 8-10 приведены спектры комбинационного рассеяния полученнных слоев графена на меди с различными параметрами синтеза: температуры, соотношение газов и время синтеза.

На рисунке 8 показан спектр комбинационного рассеяния синтезированных слоев графена на меди при следующих параметрах: температура 850°C, соотношение газов H_2:CH_4:Ar-20:40:75 (sccm), и время синтеза 30 мин. Обнаружены основные три пика на частотах 1363 см$^{-1}$ (пик D), 1588 см$^{-1}$ (пик G) и 2726 см$^{-1}$ (пик 2D). Высокая интенсивность пика D говорит о наличии дефектов полученных слоев графена. Соотношение интенсивности пиков 2D и G, свидетельствуют о преобладании графитовой структуры.

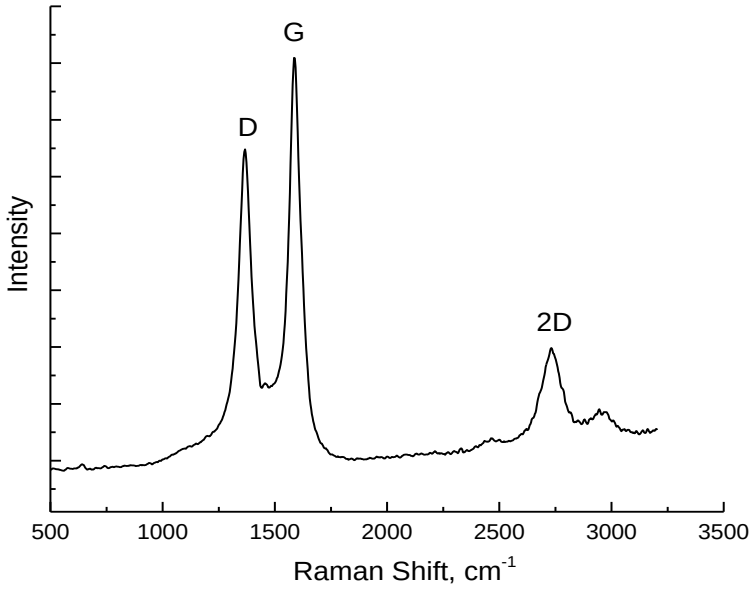


Рис.8. Спектр Рамана CVD графена на медной фольге, соотношение газов H_2:CH_4:Ar-20:40:75 (sccm), температура 850°C, время синтеза 30 минут

Рисунок 9 демонстрирует Раман анализ слоев графена на медной подложке полученных при температуре 950°C, соотношения газов H_2:CH_4:Ar-30:220:270 (sccm), и время синтеза 30 мин. Обнаружены основные пики на частотах 1363 см$^{-1}$ пик D, 1585 см$^{-1}$ пик G и 2734 см$^{-1}$ пик 2D. По сравнению с предыдущим образцом D пик менее интенсивен, что говорит о меншей дефектности графена. Далее, соотношение I_{2D}/I_G свидетельствуют о формировании более 6 слоев графена.

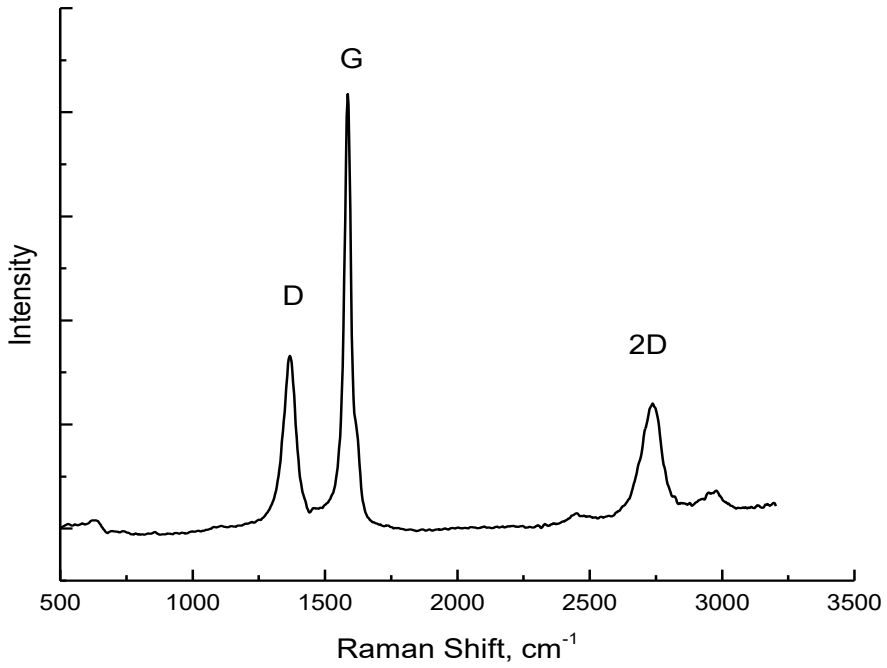


Рис.9. Раман спектр CVD графена на медной фольге, соотношение газов H_2:CH_4:Ar-30:220:270 (sccm), температура 950°C и время синтеза 30 мин

Выявлены оптимальные параметры, где соотношение газов H_2:CH_4:Ar-30:220:270 (sccm), температура 850°C и время синтеза 20 мин. На рисунке 16 показан Раман анализ образца с оптимальными параметрами синтеза, где основные пики D, G и 2D выявлены на частотах 1363 , 1585 и 2734 см^1, соответственно. Пик 2D демонстрирует наличие двумерного материала. Пик D с небольшой интенсивностью говорит, что синтезированный CVD графен имеет дефектность малой степени. Соотношение интенсивности пиков 2D и G свидетельствуют о формировании более 4 слоев графена.

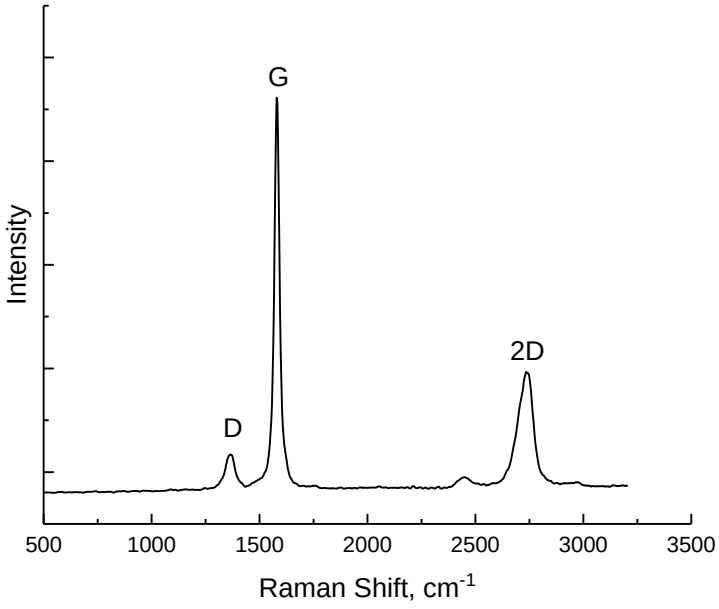


Рис.10. Раман спектр CVD графена на медной фольге, соотношение газов H_2:CH_4:Ar-30:220:270 (sccm), температура 850°C и время синтеза 20 мин

5. Заключение

Проведен ряд экспериментов по синтезу графена на медной фольге методом CVD. Выявлены оптимальные параметры синтеза при соотношении H_2:CH_4:Ar-30:220:270 (sccm), температуре 850°C и времени синтеза 20 минут.

Раман спектры синтезированных графенов характеризуются пиками D (1354 см$^{-1}$), G (1584 см$^{-1}$) и 2D (2723 см$^{-1}$). Отношение I_{2D}/I_G = 785/1030=0.7 характеризует наличие более четырех слоев графена.

Новые материалы на базе графена являются перспективными для применения в области фотокаталитических систем и газовых сенсоров. Благодаря уникальным свойствам графена, возможно улучшить фотокаталитические характеристики материалов, внедряя его в различные полупроводниковые фотокатализаторы. При расширенном диапазоне поглощения света повышаются адсорбция, емкость и электропроводность материалов [12].

В дальнейших исследованиях будут исследованы гибридные многослойные гетероструктуры на основе графена. Двумерные слои дихалькогенидов переходных металлов и наночастицы будут осаждаться или выращиваться на слоях графена с использованием различных методов для дальнейшего исследования их электрических и оптических свойств. Гетероструктуры на основе графена имеют огромные перспективы применения в самых различных приложениях.

ЛИТЕРАТУРА

[1] K. S. Novoselov, A. K. Geim, S. V. Morozov, D. Jiang, Y. Zhang, S. V. Dubonos, I. V. Grigorieva and A. A. Firsov, Science, 2004, 306, 666–669.

[2] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9e/Graphen.jpg

[3] Vlassiouk, M. Regmi, P. Fulvio, S. Dai, P. Datskos, G. Eres and S. Smirnov, ACS Nano, 2011, 5, 6069–6076.

[4] Somani, P.R., Somani, S.P. and Umeno, M. (2006) Planer Nano-Graphenes from Camphor by CVD. Chemical Physics Letters, 430, 56-59.

[5] W. Feng, S. Lei, Q. Li and A. Zhao, J. Phys. Chem. C, 2011, 115, 24858–24864.

[6] T. Gao, S. Xie, Y. Gao, M. Liu, Y. Chen, Y. Zhang and Z. Liu, ACS Nano, 2011, 5, 9194–9201.

[7] Li, X., Cai, W., Colombo, L., & Ruoff, R. S. (2009). Evolution of Graphene Growth on Ni and Cu by Carbon Isotope Labeling. Nano Letters, 9(12), 4268–4272.

[8] Yu, Q., Siriponglert, S., Hao, L., Chen, Y. P. & Pei, S. (2008). Graphene segregated on ni surfaces and transferred to insulators, Appl. Phys. Lett. 93: 113103

[9] X. Li, W. Cai, L. Colombo and R. S. Ruoff, Nano Lett., 2009, 9, 4268–4272.

[10] Metallography, structures and phase diagrams. Metals Park, OH: American Society for Metals; 1973.

[11] Yan Z., Lin J., Peng Z., Sun Z., Zhu Y., Li L., Xiang C., Samuel E. L., Kittrell C. and Tour J. M. «Toward the synthesis of wafer-scale single-crystal graphene on copper foils», *ACS Nano*, 2012, Issue 6, pp. 9110 – 9117.

[12] Lei Han, Ping Wang and Shaojun Dong. Progress in graphene-based photoactive nanocomposites as a promising class of photocatalyst. *Nanoscale*, 2012, Issue 4, pp. 5814.

Шайкенова А.А., Бейсенов Р.Е., Муратов Д.А. , Турлыбекова Г.К., Астемесова К.С.

Мыс төсенішіндегі көпқабатты графенді атмосфералық қысымда газдық фазадан (CVD) химиялық тұндыру әдісімен синтездеу

Түйіндеме. Мақалада мыс төсенішіндегі көпқабатты графенді атмосфералық қысымда газдық фазадан (CVD) химиялық тұндыру әдісімен синтездеу нәтижелері талқыланады. Графен екіөлшемді материалдар класының бірінші өкілі болып табылады. Өзінің бірегей қасиеттеріне байланысты графен ғылым және техниканың әртүрлі салаларында, оның ішінде электроникада басымдылықпен қолданылады. Мақалада газдық фазадан химиялық тұндыру әдісі графен алуда кеңінен қолданылатыны көрсетілген. Алайда, графен қабаттарының сапалы болуына қол жете бермейді. Сондықтан, кең масштабта қолдану үшін өлшемі бақыланатын домень мен морфологияға синтез жүргізу қажет.

Синтез процесі кезінде графеннің пайда болу механизмі зерттелді. Мақалада рамандық спектроскопия, атомдық-күштік микроскопия (AFM) және сканирлейтін электрондық микроскопия (SEM) әдістерімен химиялық газдық фазалық тұндыру арқылы алынған көп қабатты графенді зерттеу нәтижелері келтірілген. Мыс төсенішіндегі көпқабатты графеннің морфологиясы SEM және AFM әдістері арқылы зерттелді.

Таза графен үшін рамандық спектр екі сипаттық пик көрсетеді. Сонымен, комбинациялық шашырау спектроскопия әдісі графен үлгілерінің қабаттар саны мен ақауларын талдау үшін қолданылды.

Түйін сөздер:: екіөлшемді материалдар, көпқабатты графен, синтез, газдық фазадан химиялық тұндыру.

УДК 004.056.5; ГРНТИ 81.93.29

[1]A.B. Batyrgaliyev, [2]A.G. Smadiyeva
([1]Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: askhat.b.b@gmail.com, [2]al-Farabi Kazakh National university, Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: asmadiyeva@list.ru)

REVIEW OF A PC IN PROTECTED EXECUTION

Abstract. This article provides an overview of protected electronic personal computers designed to process confidential information. A comparative analysis of the main technical characteristics and applied technical solutions for protecting information is presented.

Keywords: spurious electromagnetic radiation and interference, special researches, technical channels of information leakage, PC in a protected execution.

А.Б. Батыргалиев, А.Г. Смадиева
(Satbayev University, г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: askhat.b.b@gmail.com, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы,
Республика Казахстан, e-mail: asmadiyeva@list.ru)

ОБЗОР ПЭВМ В ЗАЩИЩЕННОМ ИСПОЛНЕНИИ

Аннотация. В данной статье проведен обзор персональных электронных вычислительных машин в защищенном исполнении, предназначенных для обработки конфиденциальной информации. Приведен сравнительный анализ основных технических характеристик и применяемых технических решений по защите информации.

Ключевые слова: побочные электромагнитные излучения и наводки, специальные исследования, технические каналы утечки информации, ПЭВМ в защищенном исполнении.

Введение

Вопросам обеспечения безопасности конфиденциальной информации, при ее обработке средствами вычислительной техники, и в частности, персональными компьютерами, уделяется большое внимание. Основное предназначение персональных электронных вычислительных машин (компьютеров) в защищенном исполнении (ПЭВМ-ЗИ) является защита сведений составляющих государственные секреты, а также иную конфиденциальную информацию и персональные данные при их обработке в электронном виде. При этом на рынке представлен ряд ПЭВМ-ЗИ различного назначения. В настоящей статье понятие защищенности рассматривается в аспекте обеспечения информационной безопасности, а не с позиции пыле-, влагозащищенности, устойчивости к вибрациям, использования в сложных климатических условиях и др.

В этой связи, понятие защищенности ПЭВМ-ЗИ можно рассматривать как состояние надежной безопасности или способности противостоять внешним (внутренним) угрозам утечки (перехвата) обрабатываемой, этими средствами, конфиденциальной или иной охраняемой информации. В ПЭВМ-ЗИ наряду с защищенностью аппаратной части, как правило, предусматривается наличие доверенной операционной системы (ОС), средств защиты от несанкционированного доступа (НСД) и иного программного обеспечения (ПО) для обеспечения информационной безопасности.

Реализация указанных мер защиты информации отличается у различных производителей, однако, сводится к необходимости соответствия ПЭВМ-ЗИ установленным нормативными документами требованиям информационной безопасности.

Основная часть

В ПЭВМ-ЗИ, как правило, предпочтение отдается к применению пассивных методов защиты информации, такие как электромагнитное экранирование, фильтрация и ограничение мощности (амплитуды) информативных сигналов. Такой подход при разработке ПЭВМ-ЗИ представляется наиболее рациональным, однако весьма трудоемким и дорогостоящим.

Кроме того, пассивные методы обеспечения защиты, применяемые в ПЭВМ-ЗИ, позволяют обеспечивать требования нормативных документов по электромагнитной совместимости, индустриальным радиопомехам, санитарно-эпидемиологическим требованиям и др.

Ориентировочная стоимость одной ПЭВМ-ЗИ может составлять ориентировочно от одного до нескольких миллионов тенге в зависимости от комплектации, технических характеристик, функциональных возможностей, примененных средствах защиты информации, предустановленной ОС, ПО и т.д.

Первые электронно-вычислительные машины и средства вычислительной техники для обработки закрытой информации в СССР разрабатывались в 70-х-80-х годах прошлого столетия после принятия нормативных и методических документов по проведению измерений и расчетов побочных электромагнитных излучений и наводок (ПЭМИН), а также создания специализированных подразделений в различных научно-исследовательских институтах в данной области.

К таким разработкам относится создание первого защищенного дисплейного комплекса ввода/вывода алфавитно-цифровой информации ЕС7906 на основе одноименного комплекса народнохозяйственного назначения [1].

Позже, для работы с закрытой информацией на основе дисплейных комплексов ЕС7920 были разработаны специальные системы отображения информации: «Сегмент» (1979), «Эдельвейс» (1980), и «Эдельвейс-2» (1981) и «Сектор» (1982). На рисунке 1 приведено устройство отображения ЕС7920.03М в защищенном исполнении для системы «Эдельвейс».

Дальнейшее развитие направления связано с разработкой защищенных исполнений ЭВМ ЕС1035, ЕС1036, ЕС1130 и ЕС1230 на основе ЭВМ общепромышленного исполнения, а также с разработкой возимых ЭВМ РВ-2 и РВ-3 и периферийных устройств для этих ЭВМ.

По заказу Министерства радиопромышленности СССР была создана первая серийно выпускаемая в СССР ПЭВМ-ЗИ ЕС1845, пригодная для использования в защищенных системах обработки информации. Вместе с комплексом отработанных методов защиты в ней впервые были использованы активные средства защиты от утечки информации по сети первичного электропитания. Дальнейшее развитие данного направления связано с созданием защищенной ПЭВМ ЕС1855 [1].

В период 1990-х - 2010-х годов были разработаны и производились ряд ПЭВМ-ЗИ специального назначения: ЕС1865; ЕС1855.М; ЕС1855.01 и ЕС1855.02 (обеспечивают защиту информации по стандарту Tempest K1), ВМ2400 и ВМ2401; ВМ2404; ВМ2405; ВМ2406; ВМ2408;

ВМ2409; ВМ2410; ВМ2411; ВМ2411.01; ВМ2412; ВМ2415; ВМ2415.М; ВМ2417; ЕС1855.М5; ЕС1855.М3; ЕС1855.М.01; ЕС1855.М.02; ЕС1855.М5.03; ВМ2422; ВМ2423; ВМ2425; ЕС1855 М8; Секрет-К10; Штиль; DESTEN eVolution f621; АРМ-П; ОБРУЧ-АП-2 [1-3]. На рисунке 1 приведены изображения некоторых из этих ПЭВМ-ЗИ.

Указанные ПЭВМ-ЗИ отличаются техническими характеристиками, комплектацией, наличием средств защиты от НСД, видом исполнения (стационарный, возимый, портативный) и возможности использования (автономно, в составе вычислительных сетей или систем). Как видно из рисунка 1 ПЭВМ-ЗИ выполнены в экранирующих металлических корпусах в форме десктопов, моноблоков или ноутбуков с замененными стандартными разъемами для устройств ввода и вывода информации.

Рис. 1. ПЭВМ-ЗИ снятые с производства.

В настоящее время различными производителями выпускается большое количество ПЭВМ-ЗИ, отличающиеся между собой следующими параметрами:

- техническими характеристиками применяемой платформы ПЭВМ (процессор, материнская, плата, накопители, оперативная и видео память, дисплей, устройства ввода и вывода информации и др.);
- видом обрабатываемых данных (государственные секреты, конфиденциальная информация, персональные данные и др.);
- комплектацией (наличие периферийных устройств: принтеров, сканеров, многофункциональных устройств; источников бесперебойного питания и др.);
- видом исполнения (десктоп, моноблок, ноутбук, планшет и др.);
- наличием средств защиты информации (защита от ПЭМИН; средства акустической и виброакустической защиты, защита от НСД, включая электронные замки, антивирусы, модули или

средства доверенной загрузки, средства резервного копирования, аппаратные идентификаторы, средства криптографической защиты информации, DLP-средства и др.);

- предустановленной ОС (Windows, Ubuntu, Astra Linux Special Edition, Синтез-М);
- предустановленного ПО (офисное, прикладное и др.);
- возможностью подключения к сетям обмена данных общего пользования (Интернет);
- классу защищенности и категорией размещения в выделенных помещениях;
- наличием сертификатов соответствия требованиям информационной безопасности;
- наличием результатов специальных исследований, специальных проверок, а также тематических исследований BIOS.

В настоящее время на рынке представлены следующие ПЭВМ-ЗИ:

1) средства вычислительной техники (СВТ) «Гамма МБ-16» и «Гамма МБ-16-01». Выполнены в моноблочном исполнении (компактное рабочие место) и имеют оптический выход Ethernet, обладают малым энергопотреблением, а внешние соединители USB 2.0 имеют не стандартную форму, что исключает возможность подключения внешних носителей информации [4];

2) ПЭВМ серии «ОБРУЧ», предназначенные для обработки информации, содержащей сведения, составляющие государственную тайну – Обруч Тип 1 / Тип 2 (десктоп), Обруч-М2 (моноблок), Обруч-М1 (экранированный металлический моноблок с улучшенными характеристиками по ПЭМИН) и Обруч-1, Обруч-2, Обруч-3 (десктопы с многофункциональным устройством) [5].

Наряду с защищенными ПЭВМ серии «ОБРУЧ», производителем представлены:

- защищённые абонентские пункты (ЗАП) «Обруч-АП-2-3», предназначенные для подключения к информационно-телекоммуникационным сетям;
- ЗАП «Обруч-АП-2-М», предназначенные для обработки открытой общедоступной информации и подключения к сетям общего пользования в помещениях, предназначенных для ведения переговоров, в ходе которых обсуждаются вопросы, содержащие сведения, составляющие государственную тайну, или другую информацию ограниченного доступа;
- абонентские пункты «Обруч Интернет» и «Обруч-М Интернет», являющиеся комплексами СВТ, периферийного и коммуникационного оборудования, а также недоверенного программного обеспечения, которые реализуют доступ пользователей к сети Интернет на основе подключения к программно-техническим средствам провайдера по проводным или волоконно-оптическим линиям связи. Абонентские пункты предназначены для защиты циркулирующей в выделенных помещениях акустической речевой и визуальной информации [5];

3) аппаратно-программные комплексы (АПК) в защищенном исполнении SVK Z10, SVK Z20, SVK Z30, SVK Z200, SVK Z40 и SVK Z50, отличающиеся между собой видом исполнения (десктоп, моноблок), техническими характеристиками, комплектацией, наличием средств защиты информации от несанкционированного доступа (НСД), предустановленной операционной системы и иного программного обеспечения [6].

АПК серии SVK опционально могут входить следующие средства обеспечения безопасности:

интегрированный модуль защиты информации, работающий до загрузки ОС;

определение угроз следующих типов: классических вирусов; буткитов; руткитов; сетевых червей; троянских программ;

уведомление о найденных угрозах;

блокирование загрузки ОС или вывод сообщения на экран до ее загрузки при обнаружении угрозы;

предсказательный анализ сбоя аппаратных компонентов систем;

мониторинг инвентаризационной информации;

сбор и отображение информации об аппаратной конфигурации системы;

сбор и отображение информации об установленном ПО;

автоматическое отслеживание изменений инвентаризационной информации;

создание инвентаризационных отчетов;

анализ предсказания сбоев оборудования;

автоматическое информирование о следующих аппаратных событиях: критические изменения температуры, критические изменения напряжения, критические изменения скорости вращения вентиляторов;

отображение информации о текущих запущенных процессах ПО, системных службах и драйверах ОС, а также загрузке системы и дистанционный мониторинг;

отслеживание запуска заданных приложений на наблюдаемой системе, с оповещением администратора и записью события в системный журнал

блокировка доступа к USB устройствам по классам;

возможность интеграции с различным ПО мониторинга и управления с использованием стандартных механизмов информационного взаимодействия на основе протокола WS-Management;

ролевое разграничение доступа;

контроль доступности наблюдаемых систем по сети.

4) СВТ в защищенном исполнении серии «ФОРТ», в которых реализована уменьшенная вероятность перехвата обрабатываемой информации за счет ПЭМИН благодаря доработкам, выполняемым пассивными средствами экранирования и материалами, поглощающими электромагнитное излучение [7].

СВТ в защищенном исполнении серии «ФОРТ» поставляются в пяти модификациях: базовое АРМ «ФОРТ-01» (в виде ПЭВМ), серверное АРМ «ФОРТ-02» (в корпусе для монтажа в 19″ стойку), графическое АРМ «ФОРТ-03» (ПЭВМ повышенной производительности), мобильное АРМ «ФОРТ-04» (защищенный ноутбук), переносное АРМ «ФОРТ-05» (планшетный компьютер);

5) ПЭВМ в защищенном исполнении семейства «Secret» (десктоп или моноблок) являются СВТ в защищенном исполнении от утечки информации по каналу ПЭМИН [8];

6) Защищенные решения «Аквариус-Бастион» представлены в версиях – К1, К3, С и СС. «Аквариус-Бастион» версии К1 обеспечивает максимально высокий уровень защиты конфиденциальной информации (в т.ч. персональных данных) [9].

Модель версии К3 защищенного решения АРМ «Аквариус-Бастион» предназначена для обеспечения защиты информации, составляющей коммерческую, служебную, банковскую тайну и иные виды тайн, а также персональных данных.

АРМ «Аквариус Бастион» в исполнениях С и СС может применяться в автоматизированных системах, обрабатывающих сведения, составляющие государственную тайну;

7) информационные системы «ЛИС-40.1», «ЛИС-40.2» и «ЛИС-40.3» представляют собой СВТ в защищенном исполнении и предназначены для обработки, хранения и передачи информации, содержащей сведения, составляющие государственную тайну и иной информации с ограниченным доступом [10];

8) программно-технические средства информационной системы в защищенном исполнении «Темпест С-10» (десктоп в корпусе Micro-Tower) и «Темпест М-10» (моноблок) являются СВТ в защищенном исполнении и предназначены для обработки защищаемой информации с грифом до «совершенно секретно» включительно. Снижение уровней ПЭМИН обеспечено за счет применения пассивных мер. Применение дополнительных средств активной защиты не требуется (при соблюдении требуемых условий размещения).

«ЗПК-Интернет» и «АРМ-Интернет» представляют собой ПЭВМ-ЗИ для реализации доступа пользователей к информационным ресурсам сети Интернет из выделенных помещений [11];

9) ПЭВМ-ЗИ «СТБ 503», «СТБ 504», «СТБ 501F» и «СТБ 502F» выполнены в моноблочном исполнении и предназначены для осуществления доступа к системе международного информационного обмена на основе подключения к программно-техническим средствам провайдера сети «Интернет». Имеют в своем составе систему виброакустической защиты информации, обеспечивающую сохранность акустической речевой информации, от её утечки по каналам связи [12];

10) ПЭВМ-ЗИ семейства «Flagman-Z» («Flagman-Z1», «Flagman-Z2») предназначены для обработки информации, содержащей сведения составляющие государственную тайну и разработаны с применением пассивных методов защиты, позволяющих позволила обеспечить в них требования по ПЭМИН [13].

ПЭВМ «Flagman-ZK» – СВТ, предназначенное для обработки информации ограниченного доступа, не содержащей сведений, составляющих государственную тайну;

11) защищенный мобильный комплекс Kraftway – специализированное устройство в защищенном промышленном исполнении со встроенными средствами защиты информации от НСД и возможностью установки доверенного шифрованного сеанса связи с удаленными информационными ресурсами.

Мобильный вычислительный комплекс Kraftway построен на концепции доверенной платформы, включающей в себя оболочку безопасности Kraftway Secure Shell (KSS) и следующие встраиваемые в нее модули:

- программный комплекс «Электронный замок «Витязь»
- программный модуль Kaspersky Antivirus for UEFI
- программный модуль KSS для интеграции с Сервером безопасности Kraftway Security Center;
- Kraftway Security Center (программный комплекс централизованного дистанционного управления модулями безопасности, встроенными в BIOS рабочих станций) [14];

12) ПЭВМ «Базальт ВР-05» (моноблок), «Базальт МЮ» (моноблок с периферийным оборудованием), «Базальт ВБ-01» (дескотоп с пассивным охлаждением), «МАРМ-3» (ноутбук), «Базальт ВА» (ноутбук с периферийным оборудованием), предназначены для выполнения функций ввода, вывода, отображения, хранения, обработки и документирования секретной информации.

Пункт абонентского доступа к информационным ресурсам сети Интернет из выделенных помещений «Сфера-М» предназначен для ввода, вывода, приема, обработки, хранения и передачи общедоступной информации и для реализации доступа пользователей изделия к информационно-телекоммуникационным сетям международного информационного обмена на основе подключения к программно-техническим средствам провайдера по проводным или волоконно-оптическим линиям связи [15];

13) комплекс «Универсальная вычислительная платформа «РАМЭК» предназначен для обеспечения гарантированной информационной безопасности создаваемых на его основе автоматизированных систем, обрабатывающих информацию ограниченного доступа, в том числе содержащую сведения, относящиеся к государственной тайне [16];

14) защищенный персональный компьютер на базе моноблока производства ООО «ДСЦБИ «МАСКОМ» является техническим средством обработки информации, позволяющим обеспечить защиту от утечки по каналам ПЭМИН, и может устанавливаться, без применения средств активного зашумления, в выделенных помещениях, а также использоваться для обработки информации, содержащей сведения, составляющие государственную тайну [17];

15) защищенные компьютеры «Белтим СБ» производятся в стационарном варианте на базе новых компьютерных систем российских производителей, и предназначены для обработки информации, отнесенной к государственным секретам и служебной информации ограниченного распространения. Оснащаются средствами защиты от НСД и защиты по визуальному каналу, средствами криптографической и антивирусной защиты, а также средствами защиты от утечки информации по сети первичного электропитания и цепи заземления [18];

16) ноутбук в защищенном исполнении «АБС НБ-SSDR» обеспечивающий возможность экстренного полного (гарантированного) уничтожения данных с внутреннего SSD диска без возможности восстановления информации [19];

17) ВМ2015 предназначена для применения в системах обработки информации, требующих обеспечение защиты от НСД, а также предотвращение утечки информации за счёт ПЭМИН. Радиус контролируемой зоны для этого изделия, где теоретически возможно считывание радиоизлучения противником, составляет 1 метр [2];

18) Компьютер для работы с государственной тайной СпецАПК «Панцирь-М» – готовое компьютерное рабочее место, предназначенное для обработки и хранения информации, содержащей сведения, составляющие государственную тайну. Наличие встроенного сетевого контроллера позволяет объединять несколько «Панцирь-М» в защищенную ЛВС. Оснащается встроенным генератором шума «ГШК-1800» для защиты от утечки информации за счет ПЭМИН [20];

19) универсальные автоматизированные рабочие места в защищенном исполнении ЗОТ «Плазма-ЗВ-АРМ / ПРТ» (в портативном исполнении), ЗОТ «Плазма-ЗВ-АРМ / МОНО» (моноблок) и ЗОТ «Плазма-ЗВ-АРМ» (десктоп) – это полнофункциональные СВТ в защищенном исполнении, предназначенные для обработки секретной информации и создания. ЗОТ «Плазма-ЗВ-АРМ / МОНО» и ЗОТ «Плазма-ЗВ-АРМ» изготавливаются в защищенном радиогерметичном металлическом корпусе с радиозащитным стеклом и оснащаются принтером или МФУ также в защищенном исполнении [21];

20) автоматизированное рабочее место «Green Rise» в защищенном исполнении предназначено для обработки специальной информации. Состоит из персонального компьютера запрашиваемой конфигурации с предустановленным генератором шума ГШ-К-1000 «Слот», программой гарантированного удаления информации Fdelete и укомплектованного сетевым фильтром ФСК [21];

21) защищённое автоматизированное рабочее место на базе персонального компьютера АРМ «Пелена» производится со встроенным техническим средством активной защиты, может использоваться для защиты информации по каналам побочных электромагнитных излучений и наводок с зоной R2 не более 2 метров [23];

22) компьютеры «Expert» предназначены для обработки информации с ограниченным доступом. Защита информации обеспечивается от ее несанкционированного съема по побочным электромагнитным излучениям (ЭМИ), цепям электропитания и заземления (в том числе и по каналу высокочастотного навязывания). Использование пассивных методов защиты в сочетании с оригинальными схемотехническими решениями обеспечивает защиту персонального компьютера (ПК) от внешних ЭМИ и преднамеренного электромагнитного воздействия, направленного на уничтожение информации или нарушение работоспособности компьютера.

Моноблок «Expert-M» предназначен для обработки информации с ограниченным доступом, которая содержит, в том числе сведения, составляющие государственную тайну. Использование моноблочной конструкции с применением оптических развязок основных узлов ПК позволяет достичь низких уровней ЭМИ. Клавиатура и манипулятор мышь в защищенном исполнении подключаются с помощью оптических кабелей, для которых в корпусе предусмотрены специальные кабельные вводы. Питание клавиатуры и манипуляторов автономные от малогабаритных аккумуляторов. Одной зарядки аккумуляторов достаточно для односменной работы в течение до трех месяцев. Принтер и другие периферийные устройства в защищенном исполнении также подключаются с помощью оптических удлинителей. На корпусе предусмотрен защищенный порт USB для подключения flash-накопителя.

АРМ «ЕПОС МЕЖА» предназначено для применения в комплексных системах защиты информации информационных телекоммуникационных систем, в качестве шлюзов доступа при взаимодействии физически разделенных информационных систем, обрабатывающих информацию различного уровня конфиденциальности, а также для создания специализированных многофункциональных АРМ с разделенной обработкой информации. АРМ «ЕПОС Межа» предполагает кабельное подключение к двум физически разделенным локальным сетям и сеансовый характер работы в них. Сеансовый характер работы подразумевает подключение компьютера в каждый момент времени только к одной из двух сетей. Загрузка ОС и приложений для каждого сеанса производится с разных жестких дисков, при этом доступ к жесткому диску, не участвующему в сеансе, средствами BIOS, ОС и приложений невозможен [24];

23) защищённый высокопроизводительный вычислительный комплекс «Гранит» со ОС Astra Linux и аппаратно-программным модулем доверенной загрузки («МАКСИМ-М1»), обеспечивает работу с секретной информацией. В комплексе реализована установка высокоэффективного фильтра электромагнитных помех, комплектов снижения уровней излучений на снятие информации средствами разведки и защиты вентиляционного отверстия от физического проникновения, а также считывателя типа iButton [25];

24) Специальный информационно-телекоммуникационный терминал (СИТ) является специально разработанным электронно-вычислительным устройством, защищенным от утечки информации за счет побочных электромагнитных излучений и наводок. СИТ предназначен для обработки: текстов, речевых сообщений, подвижных, статистических изображений любой детальности и других данных, составляющих государственную тайну, может применяться на объектах специальной связи, а также прочих объектах информационной деятельности [26].

Для обмена данными с внешними устройствами применены два независимых оптических Ethernet интерфейса, обеспечивающих возможность подключения СИТ по оптическим кабелям через разъемы, типа FC к другому оборудованию. СИТ комплектуется специально разработанным блоком независимого энергообеспечения, также защищенным от утечки информации за счет побочных электромагнитных излучений и наводок. Данный блок обеспечивает возможность экстренного завершения выполняемых задач и корректного выхода из рабочего процесса при пропадании сетевого напряжения. Гарантированное время работы СИТ в режиме независимого энергообеспечения составляет не менее 30 минут.

В состав СИТ входят: защищенный моноблок; защищенная клавиатура; защищенный манипулятор «мышь»; защищенный блок независимого энергообеспечения; защищенное устройство сопряжения (по необходимости).

На рисунке 3 приведены изображены ПЭВМ-ЗИ, представленные на ранке

Рис. 3. ПЭВМ-ЗИ.

Следует отметить, что в некоторых из рассмотренных ПЭВМ-ЗИ предусмотрена возможность установки защищенных ОС Astra Linux Special Edition и «Синтез-М».

«Astra Linux Special Edition» – это ОС специального назначения, обеспечивающая защиту конфиденциальной информации и государственной тайны до уровня «особой важности» [27].

Защищенная ОС «Синтез-М» представляет собой комплекс программ, предназначенных для создания автоматизированных систем в защищенном исполнении (АСЗИ) в части обеспечения функционирования серверных группировок и автоматизированных рабочих мест пользователей, а также обеспечения выполнения требований по защите информации, обрабатываемой в АСЗИ, от НСД и реализации защищенного вычислительного процесса [28].

Выводы

В статье проведен общий обзор снятых с производства и представленных в настоящее время на рынке ПЭВМ-ЗИ. Рассмотрены технические и конструктивные решения, применяемые средства защиты в ПЭВМ-ЗИ, а также устанавливаемые в них ОС и ПО.

В случае необходимости обеспечения достаточно жестких требований по обеспечению информационной безопасности ПЭВМ-ЗИ проектируются в экранирующем металлическом корпусе с иными средствами пассивной защиты от утечки информации по техническим каналам, средствами защиты от НСД, включая модуль доверенной загрузки, на которых устанавливается сертифицированные специальные ОС и ПО.

При этом, следует отметить, что в статье параметры ПЭВМ-ЗИ приведены с учетом особенностей нормативных документов стран-производителей этих изделий.

ЛИТЕРАТУРА

[1] История вычислительной техники в Беларуси: Научно-исследовательский институт электронных вычислительных машин / В.Ф. Быченков [и др.]; под общ. ред. В.Ф. Быченкова, Г.Д. Смирнова. – Минск: УП «НИИЭВМ». 2008. – 311 с.

[2] НИИЭВМ 60 лет: Сила научных традиций, энергия успешных инноваций. / под общ. ред. Плетухина В.А. – Минск: Витпостер, 2018. – 100 с.: ил.

[3] Компьютеры для обработки секретной и конфиденциальной информации [Электронный ресурс]. – http://www.bnti.ru/index.asp?tbl=04.03.08.01.&p=1

[4] ПЭВМ в защищенном исполнении [Электронный ресурс]. – https://nppgamma.ru/catalog/pevm_v_zashchishchennom_ispolnenii/

[5] Защищенные ПЭВМ и абонентские пункты [Электронный ресурс]. – https://www.rnt.ru/ru/production/list.php?SECTION_ID=1

[6] Аппаратно-программные комплексы в защищенном исполнении SVK [Электронный ресурс]. – http://npp-svk.ru/services/protective-equipment/

[7] Средства вычислительной техники в защищенном исполнении серии «ФОРТ» [Электронный ресурс]. – https://iifrf.ru/goods-and-services/goods/sredstva-vy-chislitel-noj-tehniki-v-zashhishhennom-ispolnenii-serii-fort/

[8] ПЭВМ в защищенном исполнении семейства «Secret» [Электронный ресурс]. – https://cbi-s.ru/catalog/pevm-v-zashchishchennom-ispolnenii/pevm-v-zashchishchennom-ispolne nii-semeystva-secret/

[9] Защищенные ПК [Электронный ресурс]. – https://www.aq.ru/solutions/informatsionnaya-bezopasnost/

[10] ПЭВМ в защищённом исполнении [Электронный ресурс]. – http://www.pps.ru/?part=catalog&category=94

[11] Средства обработки информации в защищенном исполнении. ПЭВМ [Электронный ресурс]. – http://www.cbi-info.ru/groups/page-1290.htm

[12] Технические средства защиты информации [Электронный ресурс]. – http://cstbi.ru/

[13] ПЭВМ «FLAGMAN-Z» [Электронный ресурс]. – http://www.n-z.spb.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=105

[14] Защищенный мобильный комплекс [Электронный ресурс]. – https://kraftway.ru/solution/secure_mobile_solution/

[15] Технические средства в защищенном исполнении [Электронный ресурс]. – http://spectest.ru/products.html#product1

[16] Универсальная вычислительная платформа «РАМЭК» [Электронный ресурс]. – http://www.ramec.ru/services/spez_zachita/uvp_n/

[17] Защищенный ПК на базе моноблока [Электронный ресурс]. – http://mascom-dv.ru/index.php/oborudovanie/tszi

[18] Защищенный компьютер для обработки секретной информации [Электронный ресурс]. – https://www.beltim.by/services/zashchita-kompyuterov/zashchishchennyy-kompyuter-dlya-obrabotki-sekretnoy-informats/

[19] ПЭВМ - ноутбук в защищенном исполнении АБС НБ-SSDR [Электронный ресурс]. – http://www.4systems.ru/catalog/good/zsvt/NERO_ABC_NB_SSDR

[20] Компьютер для работы с государственной тайной Панцирь-М [Электронный ресурс]. – http://npo-vs.ru/products/pancir-m/

[21] Плазма-ЗВ-АРМ [Электронный ресурс]. – http://plasmotekhnika.kiev.ua/category/produktsiya/

[22] АРМ в защищенном исполнении [Электронный ресурс]. – http://greenrise.kz/ru/equipment/apparatnye-sredstva-zashchity-informatsi-sobstv-proizvodstva/46-arm-v-zashchishchennom-ispolnenii

[23] Защищённое автоматизированное рабочее место на базе персонального компьютера АРМ – «Пелена» [Электронный ресурс]. – http://fgupoktyabr.ru/service/10/40/

[24] Средства технической защиты информации [Электронный ресурс]. – https://www.epos.ua/view.php/infosecurity_tzi

[25] Вычислительные комплексы с защитой информации «Гранит» [Электронный ресурс]. – http://www.kb-corton.ru/

[26] Специальный информационно-телекоммуникационный терминал [Электронный ресурс]. – https://tzi.ua/ru/specialnyj_informacionno-telekommunikacionnyj_terminal.html

[27] Astra Linux Special Edition операционная система специального назначения [Электронный ресурс]. – https://astralinux.ru/

[28] Защищенная операционная система «СинтезМ» [Электронный ресурс]. – https://fintech.ru/index.php?id=106

Батыргалиев А.Б., Смадиева А.Г.

Қорғалған орындалудағы ДЭЕМ шолу

Түйіндеме. Бұл мақалада құпия ақпаратты өңдеуге арналған қорғалған орындалудағы дербес электрондық есептеуіш машиналарға шолу жасалады. Ақпаратты қорғаудың негізгі техникалық сипаттамалары мен қолданылған техникалық шешімдеріне салыстырмалы талдау келтірілген.

Түйін сөздер: жанама электромагнтннік сәулелену және нысаналау, арнайы зерттеулер, ақпарат таралуының техникалық арналары, қорғалған орындалудағы ДЭЕМ.

D.S. Amangeldi, N. Kurmanbekkyzy
(Kazakh National Women's Pedagogical University, Almaty, Republic of Kazakhstan.
E-mail: dildara.amangeldi@mail.ru)

OPEN UNIVERSITIES: SUCCESS FACTORS AND DEVELOPMENT PROSPECTS

Abstract. This article is devoted to the peculiarities of the formation and functioning of virtual universities, emerging in recent years in different countries of the world. The main approaches to their creation and financing are described. It is noted that along with public open universities, private universities are developing, including corporate virtual universities. The main models of open universities are classified, including the consortium model, the traditional model of the university with electronic education for individual educational programs, the model of educational organizations of distance learning and the actual virtual university model. Successful models of functioning of open universities in Great Britain, USA, Italy, South Korea, Russia and other countries are described. In the widespread model of the consortium, educational organizations jointly develop online courses, provide access to the repository of courses for students of these universities, and also have the opportunity to transfer courses to students of organizations that are members of the consortium.

The main factors influencing the development of open universities are singled out. Along with successful examples of the implementation of the model of a consortium of educational organizations, negative examples of the functioning of such associations of higher education institutions are presented in the article. In conclusion, the main directions of the development of virtual universities are determined.

Key words: open universities, e-learning, consortia, open educational resources, informatization of education.

Д.С. Амангелди, Н. Құрманбекқызы
(Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы.
E-mail: dildara.amangeldi@mail.ru)

АШЫҚ БІЛІМ БЕРУ ЖҮЙЕСІ БАР УНИВЕРСИТЕТТЕР: ФАКТОРЛАР ЖӘНЕ ДАМУ ЖЕТІСТІГІ

Түйін. Бұл мақала әлемнің әр елдерінде соңғы жылдары пайда болатын ашық университеттердің қалыптасу және қызмет ету ерекшеліктеріне арналған. Оларды құру мен қаржыландырудың негізгі тәсілдері сипатталған. Мемлекеттік ашық университеттермен қатар жеке университеттер, соның ішінде корративті ашық университеттер да дамуда. Ашық университеттердің негізгі модельдері жіктелген, оның ішінде консорциум моделі, жекелеген білім беру бағдарламалары бойынша электрондық оқытумен университеттің дәстүрлі моделі, Қашықтықтан оқытудың білім беру ұйымдарының моделі және ашық білім беру жүйесіндегі университеттің жеке моделі. Ұлыбританияда, АҚШ - та, Италияда, Оңтүстік Кореяда және басқа елдерде ашық білім беру жүйесіндегі университеттердің жұмыс істеуінің табысты үлгілері сипатталған.

Консорциумның кең таралған моделінде білім беру ұйымдары онлайн курстарды бірлесіп өткізеді, осы жоғары оқу орындарының білім алушылары үшін курстардың репозиториясына рұқсат береді, сондай - ақ консорциумға кіретін ұйымдардың студенттеріне курстарды қайта есептеу мүмкіндігіне ие болады. Ашық білім беру жүйесіндегі университеттердің дамуына әсер ететін негізгі факторлар анықталды. Білім беру ұйымдары консорциумының моделін іске асырудың табысты мысалдарымен қатар мақалада ЖОО - ның осындай нысандарының жұмыс істеуінің теріс мысалдары келтірілген. Қорытындыда ашық білім беру жүйесіндегі университеттерді дамытудың негізгі бағыттары анықталды.

Кілт сөздер: ашық білім беру жүйесіндегі университеттер, электрондық оқыту, жоғары оқу орындарының консорциумы, ашық білім беру ресурстары, білім беруді ақпараттандыру.

Әлемнің дамыған елдеріндегі ұлттық ашық білім беру жүйесіндегі университеттердің пайда болуы ерекше тенденция болып табылады. ЮНЕСКО мәліметтері бойынша, 2010 жылы әлемде 115 виртуалды университет жұмыс істеді [7].

ЮНЕСКО сарапшыларының пікірінше, ұлттық виртуалды университеттер құру үкіметтерге:

– жоғары сапалы техникалық және кадрлық ресурстарды шоғырландыру;

– ашық білім беру жүйесіндегі университеттің күш-жігерін ұлттық еңбек нарығының немесе білім беру жүйесінің қажеттіліктеріне шоғырландыру;

– Интернет-технологиялардың қолданыстағы инфрақұрылымын пайдалану және дамыту;

– дәстүрлі білім беру ұйымдарында электронды оқытуды дамытуды қолдау;

– шет елдердің алдында ұлттық электронды оқыту бағдарламаларының артықшылығын қамтамасыз ету;

– электрондық оқытудың білім беру бағдарламаларын басқа елдерге ұлттық тілдерде экспорттауға, бұл осы бағдарламаларды құруға жұмсалатын шығындардың бір бөлігін өтеуге мүмкіндік береді [6].

Түрлі елдерде ұлттық ашық білім беру жүйесіндегі университеттерді құру тәсілдері университеттердің үлгілері сияқты әр түрлі болып келеді. Мысалы, Баварлық виртуалды университет (ағылш. – Германияда Bavarian Virtual University) – мемлекет қаржыландыратын ашық университеттік қалашықтың үлгісі. АСЕАН Кибер-Университеті (ағылш. – ASEAN Cyber University), УНИСА (ағылш. – UNISA) және Африка ашық университеті (ағылш. - The African Virtual University) аймақтық университеттердің мысалдары болып табылады. Ұлыбританияның ашық университеті (ағылш. - The UK ' s Open University) және Үндістан ашық университеті. Индира Ганди (ағылш. - India ' s Indira Gandhi Open University (IGNOU))) Халықаралық ашық университеттер болып табылады.

2007 жылы Литва Үкіметі "Литва ашық білім беру жүйесіндегі университеті" (ағылш. - Lithuanian Virtual University (LVU)) онлайн оқытуды дамыту, электрондық оқыту мен басқару үшін материалдық инфрақұрылымды дамыту, бірыңғай ақпараттық білім беру мен ғылыми кеңістікті құру және тұрақты дамыту мақсатында. Каунас технологиялық университеті Литва ашық білім беру жүйесіндегі университетінің жетекші жоғары оқу орны-қатысушысы болды.

Фин онлайн қолданбалы ғылымдар университеті (ағылш. - Finnish Online University of Applied Sciences (FOUAS)) – бұл 2001 жылы құрылған қолданбалы ғылымдар бойынша 17 фин университетінің консорциумы. Қолданбалы ғылымдар университеттерінің бірінде оқитын студенттер кез - келген университетте-консорциумға мүше, Фин онлайн қолданбалы ғылымдар университетінің платформасында онлайн курстардан өтті. Бұл платформада шамамен 800 Онлайн курстар орналастырылған, олар белгілі бір кезеңділікпен жаңартылады. Қолданбалы ғылымдар Фин онлайн университетінің виртуалды мобильділік платформасы - жабық жүйе, тек қана фин Университеттерінің білім алушылары курстарға дейін бар деген мағынада. Бұл Финляндиядағы жоғары білім студенттер үшін тегін және онлайн оқыту - ерекшелік емес.

Сонымен қатар, Финляндияда ашық университеттер жүйесі жұмыс істейді, олар елдің барлық азаматтары үшін тегін курстар (оның ішінде онлайн курстар) ұсынады. Ұлттық заңнамаға сәйкес Финляндияның білім және мәдениет министрлігі қаржыландыратын ашық университетте бір курс шеңберінде оқу құны оқу несиесі үшін 15 евродан аспауы тиіс. Осылайша, фин Ашық университетінде ECTS үш кредитіне бағаланатын онлайн курс үшін төлем 45 еуродан аспауы тиіс. Және оған ресми сертификат немесе курсқа қатысқаны туралы құжат беріледі.

Финдік ашық университеттердің тағы бір ерекшелігі-олар жоғары білім беру бағдарламалары бойынша курстар ұсынады. Бұл осындай курстардың көпшілігін финдік ашық және онлайн университеттер консорциумына кіретін университеттердің құрылымдық бөлімшелері ұйымдастырып, өткізуіне байланысты. Осыған байланысты, ашық және онлайн университеттерде алынған курстар, Егер білім алушы негізгі бағдарламаға фин университеттерінің біріне – ашық және онлайн университеттер консорциумына қатысушы болған жағдайда, оңай есепке алынуы мүмкін. Финляндия ляндидің ашық және онлайн университеттерінде пайда алу қатаң заңнамамен реттеледі. Финляндияда коммерциялық онлайн курстарды іске асыру бар, бірақ пайда алуға бағытталған ақылы білім беру секторы үздіксіз білім беру және кәсіби даму шеңберінде ғана бар [9].

Пәкістанның ашық білім беру жүйесіндегі университеті (ағылш. The Virtual University of Pakistan) (http://www.vu.edu.pk университетте 50 мыңға жуық студент білім алуда, тіркелген студенттерге компьютерлер мен Интернет желісіне кіру мүмкіндігі берілетін елдің 60 қаласында университет өкілдіктері ашылды. Дәрістер теледидар арқылы таратылады, DVD, Интернет желісінде және YouTube-да таратылады. Курс мәтіндері мен бейне-лекциялар ағылшын тілін шектеулі меңгерген азаматтарды біліммен қамтуды кеңейту үшін урду тілінде қолжетімді.

Мемлекеттік ашық білім беру жүйесіндегі университеттермен қатар жеке университеттер, соның ішінде корпоративтік ашық университеттер да дамуда. Бұл университеттер білім алушылардың қажеттіліктеріне қатты көңіл бөледі және олардың қызметінің табыстылығы білім беру бағасы мен сапасының арақатынасына, сондай - ақ жұмыс берушілердің оқыту нәтижелерін білуіне байланысты болады. Жекелеген елдерде жеке ашық білім беру университеттері мемлекеттік қаржыландыруды тікелей гранттар арқылы немесе зерттеу қорлары арқылы немесе студенттік несиелер арқылы алады. Бірақ олардың көпшілігі нарықтың ауытқуына ұшырайды және мемлекеттік қаржыландырумен қорғалмаған. Сарапшылардың пікірінше, бүкіл әлем бойынша 1800-ге жуық аккредитацияланбаған жеке виртуалды университеттер бар [8].

Ең танымал жеке ашық білім беру жүйесі бар университет — Phoenix университеті (ағылш. - The University of Phoenix (Op)) (http://www.phoenix.edu/), 1976 жылы Apollo Group (АҚШ) компаниясымен құрылған. 2015 жылы университетте 227 мың адам білім алды. Бірге сонымен қатар, онлайн оқуды аяқтаған студенттер үшін небәрі 5-10% - ды құрайды.

Ұлыбританияның интерактивті дизайн институты (ағылш. – UK's Interactive Design Institute (IDI)) (https://idesigni.co.uk ол веб-сайттар мен мобильді қосымшалар үшін интерактивті медиаресурстарды әзірлеудің тар, бірақ өсіп келе жатқан саласына назар аударады. Оқыту аккредитацияланған курстар бойынша толық онлайн жүргізіледі. 2008 жылы Ұлыбританияның интерактивті дизайн институты өз қызметін кеңейтті және Хартфордшир университетімен серіктестік бойынша бакалавриат және магистратура бағдарламаларын ұсынады. Ұлыбританияның интерактивті дизайн институтында 500-ден астам студент оқиды.

Кореялық «киберуниверситеттер» (http://eng.cuk.edu/index.do) мемлекет қолдайтын коммерциялық виртуалды университеттердің жеке жағдайы болып табылады. 1998-2000 жылдардағы пилоттық жобадан кейін Корея Республикасының Білім және ғылым министрлігі тоғыз киберуниверситетті құруға рұқсат берді. Сарапшылардың пікірінше, кибер-университеттерді құрумен Ко-Рей Республикасы Үкіметінің эксперименті осы университеттердің білім беру қызметіне кезеңдік мониторинг жүргізу үшін сапаны қамтамасыз ету бойынша процедураларды әзірлеуге мүмкіндік берді, ал осы елде киберуниверситеттерді тез өрістету халықтың компьютерлік сауаттылығының жоғары деңгейінің арқасында мүмкін болды [8]. 2008 жылы 12 киберуниверситеттер өздерінің мәртебесін жоғары оқу орындарына дейін өзгертуге рұқсат етілді, бұл оларды дәстүрлі университеттерге теңеді. 2010 жылы Hanyang Cyber University алғашқы аккредиттелген киберуниверситеттер болды.

Ашық білім беру жүйесін зерттеген сарапшылардың пікірінше, ашық университеттерді келесі модельдерге бөлуді ескере отырып жіктеуге болады [12]:

– консорциум моделі;

– жеке білім беру бағдарламалары бойынша электронды оқытуды ұсынатын дәстүрлі университеттер;

– қашықтықтан оқытудың білім беру ұйымдары;

– ашық немесе виртуалды университеттер.

Консорциум моделінде білім беру ұйымдары онлайн курстарды бірлесіп әзірлейді, консорциумға қатысушы жоғары оқу орындарының студенттері үшін курстардың репозиторийіне рұқсат береді, сондай — ақ консорциумға қатысушы жоғары оқу орындарының студенттері үшін курстарды қайта оқи алады. Мысалы, Канаданың виртуалды университетінің 11 серіктесі (ағылш. — - Canadian Virtual University (CMU) (http:/ / www.cvu-uvc.ca/) бірлесіп 2 мыңнан астам онлайн курстар әзірледі. Серіктестік университетінің онлайн курстарынан өткен студенттер консорциумның барлық жоғары оқу орындарында оқитын білім беру несиелерін алады.

Британдық Достастықтың шағын мемлекеттерінің ашық университеті (ағылш. - - The Virtual University for Small States of The Commonwealth (VSC)) (http://www ескерту.vussc. info/) - консорциумның табысты моделінің мысалы. Консорциумның мақсаты білім беру онлайн ресурстарын дамыту болып табылады: оларды әзірлеу және консорциумға қатысушы ЖОО арасында алмасу. Консорциум трансұлттық біліктілік құрылымын әзірледі (ағылш. - Әзірленген аккредиттелген курстарды тіркеу үшін Transnational Qualification Framework (TQF).

"Университеттердің Ашық білім ресурстары" консорциумына (ағылш . - - Open Education Resource Universities (Apru)) әлемнің әр түрлі елдерінің университеттері кіреді. Консорциумның мақсаты: жоғары оқу орындары студенттерінің көп санына онлайн курстарға қатынасу мүмкіндігін ашу. Барлық онлайн курстар тегін. 2011 жылы бұл консорциум ЮНЕСКО-ның қолдауына ие болды.

Соңғы жылдары жалпы онлайн платформаны әзірлеу және онда серіктес университеттердің онлайн курстарын орналастыру шеңберінде құрылған ұлттық университеттер консорциумдары таралды. Бұл модельде серіктес университеттер онлайн платформаны құру, қолдау және басқару бойынша шығындардың негізгі бөлігін өзіне алады. Жалпы онлайн платформаны құру шеңберінде ЖОО консорциумдарының негізгі мақсаты-оқушылардың көп бөлігі үшін оқыту үшін әртүрлі мүмкіндіктер жасау болып табылады

Негізгі білім алушы топтар – студенттер мен түлектер. MOOCs мақсатты тобына байланысты университеттердің оқу процесіне немесе кәсіптік даярлау және үздіксіз оқыту үшін арнайы онлайн курстар ретінде біріктірілуі мүмкін.

Мысалы, EduOpen консорциумына итальяндық және ағылшын тілдерінде жоғары сапалы онлайн курстарды әзірлеу үшін құрылған 10 итальяндық ЖОО кірді.

Edu Open консорциумының немес ойлайн платформасының негізгі міндеттеріне тоқталатын болсақ:

– итальян Mocs экожүйесін құру арқылы оқыту инновациясын енгізу, ол басқалармен қатар ECTS оқу құралдарын алуға құқық береді;

– ағылшын тілінде MOOCs әзірлеу, басқа Еуропалық университеттермен келісілген келісімдер арқылы ECTS білім беру кредиттерін тану және халықаралық консорциумдардың жұмысына қатысу арқылы білім беруді интернационалдандыруды дамыту;

– ашық білім беру ресурстарын, оның ішінде форматтарды, өзара іс-қимыл үлгілерін, бағалау әдістерін және үздік тәжірибелерді тарату бойынша зерттеулер жүргізу;

– университеттердің ғылыми - педагогикалық қызметкерлерін, сондай-ақ білім беру үдерісінде жаңа технологияларды пайдалану бойынша техникалық мамандарды оқытуды ұйымдастыру және өткізу.

Edu Open онлайн платформасы ұсынатын қызметтер онлайн ресурстарға қол жеткізудің және төлеудің әртүрлі тәсілдерін қамтиды. Edu Open қатынау және сертификаттау жүйесі келесі төрт деңгейден тұрады.

1 деңгейі. Тегін тіркеу, қосымша қызметтерді төлеу (мысалы, жеке оқыту, мастер-класстарға қол жеткізу және т. б.).

2 деңгейі. Оқуды растайтын сертификаттау (Padi Open сертификаты және арнайы белгі), тегін немесе жарна төлеумен (8 евродан артық емес). Онлайн бағалау, оның негізінде ашық белгі (ағылш. - Open Badge), ол білім алушыға оның жетістіктері мен құзыреттілігі негізінде берілетін сандық микро-жеке куәлік болып табылады.

3 деңгейі. Аттестаттау нәтижелері бойынша сертификаттау (аттестацияға ақы төлеу және сертификат беру). Орташа алғанда, білім алушы үшін мұндай сертификаттаудың құны шамамен 50 евро. Барлық түскен қаражат университет пен Edunova компаниясы арасында бөлінеді. Аттестаттау университет қызметкерлерінің бақылауымен немесе NIKE KINECT орталықтарында өтеді. NICE орталықтарындағы тестілеу құны тест ұзақтығына байланысты: 1 сағ. – 25 евро, 2 сағ. – 50 евро және 3 сағ. – 75 евро. Сертификаттау нәтижелері бойынша ашық белгі беріледі.

4 деңгейі. Формальды білім беру жүйесіндегі оқу нәтижелерін мойындау үшін ECTS білім беру кредиттерін ала отырып емтихан. Университеттерде жеке курстар үшін ресми тіркеу. Төлем университетке түседі(толық немесе Edunova компаниясына жіберілетін аз аударыммен).

EduOpen онлайн платформасын қаржыландыру көздері-Италияның Білім және зерттеу министрлігі бөлетін қаражат, білім алушылардан түсетін төлем, MOOCs университеттің оқу процесінің бір бөлігі болып табылатын кезде, жеке көздерден алынған қаржыландыру, атап айтқанда, университеттермен бірлесіп қызметкерлерді корпоративтік оқыту үшін онлайн курстарды сатып алатын қызметкерлерді, компанияларды кәсіби дамыту үшін онлайн курс әзірлейтін компаниялар.

Edu Open онлайн платформасын әзірлеу және қызмет көрсету шығындары:

– платформаны басқару және технологиялық қолдау;

– курсты өндіру және басқару (Адам ресурстары, техникалық жабдықтар, сертификаттауға арналған әкімшілік шығындар) [11].

Білім беру ұйымдары консорциумының моделін іске асырудың табысты мысалдарымен қатар, ЖОО-ның осындай бірлестіктерінің жұмыс істеуінің теріс мысалдары да бар. Мысалы, 2000 жылдан 2008 жылға дейін «Швейцария виртуалды кампус» (ағылш. - Swiss Virtual Campus) бірнеше ұлттық университеттер онлайн ресурстарды әзірлеу мақсатында бірікті, бірақ оларды құрғаннан кейін жоба одан әрі дами алмады. Жерорта теңізі виртуалды университеті (ағылш. - Mediterranean Virtual University) 2002 жылдан 2004 жылға дейін жұмыс істеді. Консорциум білім беру ресурстарын құру және оларды алмастыру мақсатында құрылды,оған 9 университет кірді.

Табыс алу саласындағы заңнамалық шектеулерге байланысты және Финляндиядағы қаржыландыру проблемаларына байланысты бұрын болған консорциумдар мен онлайн білім беру желілерінің кейбірі өз қызметін тоқтатты. Фин виртуалды университеті 2010 жылы 10 жылдан кейін жабылды, Open UAS курстарының фин орталықтандырылған каталогы да 2010 жылы жабылды. Дегенмен, «финдік жабық университеттер» онлайн оқытудың негізгі орталықтарының бірі (ағылш. – Finnish Open Universities) (https://opintopolku.fi/ wp / yliopisto/avoin-yliopisto/) өмір сүруді жалғастыруда. 2000 жылы Ұлыбританияда eUniversities (UKeU) жобасы бастау алды. 2004 жылы жоба өз жұмысын тоқтатты. Себебі жобаның басталуының сәтсіз уақыты, брэндингтегі шатасуы, кадрлық мәселелер және т. б. болды.

Бұдан басқа, жаңа курстарды әзірлеу немесе бар курстарды қашықтықтан оқыту форматына бөлу үшін гранттық қаржыландыруды алу мақсатында құрылған консорциумдар қаржыландыруды (мемлекеттік және/немесе жеке) ұлғайту кезінде өз қызметін тоқтатқан жағдайлар белгілі.

«The RE.VICA WIKI on Virtual campuses» [5] виртуалды университеттердің жұмыс істеп тұрған тәжірибесі мысалында виртуалды университеттер қызметінің тиімділігі мен жетістігінің 17 факторы анықталды. Барлық факторлар бес бағыт шеңберінде топтастырылған: қызметкерлерді оқыту тәжірибесі (үш фактор), басқару (төрт фактор), институционалдық жоспарлау (үш фактор), технология (үш фактор) және оқытушылар мен қызметкерлерді оқыту (бір фактор) (кесте) [12].

Кесте –**Ашық университет қызметінің жетістік факторлары**

Қызмет бағыты	Жетістік факторлары	Қысқаша сипаттамасы
Студенттерді оқыту тәжірибесі	Ыңғайлылық	Барлық жүйелер пайдалануға жарамды
	Электрондық оқыту стратегиясы	Оқу стратегиясымен және онымен байланысты барлық стратегиялармен (мысалы, қашықтықтан оқыту, егер қажет болса)
	Студенттердің жүйені түсінуі	Студенттер ережелерді жақсы түсінеді: плагиат, шығындар, қатысу және т. б.
	Студенттердің қызығушылығын арттуы	Оқушылардың қанағаттанушылығын жиі зерттеу электронды оқытудың негізгі мәселелерін тікелей қозғайды
Жоспарлау	Жобалар бойынша шешімдер	Шешімдерді тиімді қабылдау процесі барлық білім беру ұйымында электрондық оқыту жобалары үшін іске асырылады
	Жыл сайынғы жоспарлау	Курстарды жалпы жоспарлаумен біріктірілген электрондық оқытуды жоспарлаудың жыл сайынғы процесі
	Бағдарламалар бойынша шешімдер	Барлық білім беру ұйымдарында электрондық оқыту бағдарламалары үшін шешім қабылдаудың тиімді процесі
	Нарықты зерттеу	Нарықты зерттеу жыл сайын электрондық оқыту аспектілері туралы хабардар болған барлық бөлімшелердің атынан орталықтандырылып жүргізіледі
Басқару	Шығындар	Электрондық оқытуға байланысты барлық шығындар үшін мақсатты шығындар жүйесі пайдаланылады
	Электронды оқытудағы көшбасшылық	Басшылардың электрондық оқыту туралы шешім қабылдау қабілеті ведомстволар мен ұйымдар деңгейінде дамуда
	Басқару стилі	Институционалдық басқарудың жалпы стилі білім беру қызметін басқару үшін де, бизнес үшін де қолайлы
	Қатынастар	Ресми және бейресми сенімнің жоғары деңгейіне қол жеткізуге бағытталған тиімді процестер
	Персоналды техникалық қолдау	Электрондық оқыту үдерісіне қатысатын барлық қызметкерлер техникалық қолдау қызметімен тез байланысқа шығуға мүмкіндігі бар
	Сенімділік	Электронды оқыту жүйесі негізгі жүйелер сияқты сенімді
	Қауіпсіздік	Жүйе қауіпсіздік бұзушылықсыз қызметкерлер мен студенттерге өздерінің білімдерін оңай және тиімді орындауға мүмкіндік беретіні белгілі
Қызметкерлерді оқыту	Оқыту	Барлық қызметкерлер өздерінің жұмыс түріне сәйкес оқудан өту керек

Дәстүрлі университеттер жекелеген білім беру бағдарламалары бойынша электрондық оқытуды дамытатын Модель әлемнің әр түрлі елдерінде кеңінен таралған. Электрондық оқыту университеттерге білім беру қызметтерінің халықаралық нарығына шығуға және шетелдік студенттерді тартуға мүмкіндік береді. Мысалы, Британдық Колумбия университетінде (ағылш. — The University of British Columbia (UBC)) (https://www.ubc.ca/) - Канаданың ең ірі университеттерінің бірі, кампуста 50 мыңға жуық студент оқиды және 15 мыңға жуық студент онлайн оқиды. Британдық Колумбия университеті бейресми оқыту аясында шамамен 140 академиялық онлайн және 125 академиялық емес онлайн курстар ұсынады.

Ресейде ұлттық технологиялық бастама аясында стратегиялық бастамалар агенттігі сандық экономика үшін мамандар дайындау үшін "20.35" Ұлттық технологиялық бастамалар университетін ашты. "20.35" ұлттық технологиялық бастама университеті виртуалды болып табылады, ресейлік жоғары оқу орындарының: ИТМО, Ұлы Петр СПбПУ, МФТИ, НГУ, ТМУ, ДВФУ, сондай-ақ бизнес құрылымдардың желілік өзара іс-қимылы шеңберінде жұмыс істейді. Әрбір білім алушы үшін өмір бойы білім беру шеңберінде құзыреттіліктің сандық профилін қалыптастыру болжанып отыр.

Біздің елімізде ашық білім бері жүйесі қарқынды дамуда. Ең алғашқы онлайн курстар 2017 жылдың көктемінде Kcell телекоммуникациялық операторының қолдауымен WikiBilim қоғамдық қорымен құрылды. Бастапқыда жоба математика, бағдарламалау, робототехника сияқты техникалық пәндер бойынша онлайн-курстар құруға бағытталған. Жобаның алғашқы жылы онлайн-курстардан 1000-нан астам адам өтті [13]..

2018 жылдың 12 сәуірінде Қазақстан Республикасының Президенті Н. Ә. Назарбаевқа ашық университет платформасының тұсаукесері өтті. Кездесу қорытындысы бойынша Президент барлық университеттерге онлайн-курстарды оқу процесіне қабылдауды тапсырды[14].

Қазіргі таңда ашық университетің серіктестері: Қазақстан-Британ техникалық университеті, Қ. Сәтпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы Менеджмент Университеті және т.б.

Зерттеу жұмыстарын жүргізе отырып әртүрлі ашық білім беру жүйесі бар университеттердің спектрін және олар жүзеге асыратын білім беру бағдарламаларын одан әрі кеңейтуді болжауға болады. Бұл болжам ашық университеттердің көптеген білім алушыларды тарту бойынша мүмкіндіктері бар кең таралуына байланысты әртүрлі сарапшылардың қорытындыларымен, сондай - ақ ашық университеттер тек мәдени және тілдік кедергілермен шектелуі мүмкін, мұндай университеттер аудиториялар мен ғимараттарға мұқтаж емес [1], ал электронды оқытудың қазіргі заманғы құралдарының арқасында ашық университеттер Интернет желісінде өз курстарын іске асыруды қиын емес және арзан жүзеге асыра алады [2].

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Григорьев С.Г., Гриншкун В.В., Реморенко И.М. «Умная аудитория»: от интеграции технологий к интеграции принципов // Информатика и образование. – 2013. – № 10 (249). – С. 3-8.

[2] Информационные и коммуникационные технологии в образовании: монография / под ред. Б. Дендева. – М.: ИИТО ЮНЕСКО, 2013. – 320 с.

[3] Постановление Правительства России от 18.04.2016 г. № 317 «О реализации Национальной технологической инициативы». URL: http://base.garant.ru/71380666/ (дата обращения: 10.09.2017).

[4] Филиппов В.М., Краснова Г.А., Гриншкун В.В. Трансграничное образование // Платное образование. 2008. № 6. С. 36-38.

[5] Bacsich P. Reviewing the Virtual Campus Phenomenon. The Rise of Large-Scale e-Learning Initiatives Worldwide // EuroPACE ivzw/- 2009.

[6] Bates T. National strategies for e-learning in post-secondary education and training. UNESCO. International Institute for Educational Planning. 2001.

[7] D'Antoni S. The virtual university: Models and messages. URL: www.unesco.org/iiep/ virtualuniversity/home.php (дата обращения: 08.10.2017).

[8] Head K. Degree mills tarnish private higher education. World News. 2011. URL: www. universityworldnews.com/article.php?story=20111111214855627 (дата обращения: 17.10.2017).

[9] Lehto T. Shared European Educational Services from the Perspective of Finland. MOOCs in Europe. EADTU. 2016.

[10] Metaari's Learning Technology Research Taxonomy, Research Methodology, Product Definitions, and Licensing Model. 2017. URL: http://www.metaari.com/assets/Metaari_Learning_ Technology_Research_Taxonomy.pdf (дата обращения: 16.08.2017).

[11] Limone P. EduOpen network in Italy// MOOCs in Europe. EADTU. 2016. URL: https://eadtu. eu/images/publicaties/MOOCs_in_Europe_November_2015.pdf, свободный. (дата обраще- ния: 25.09.2017).

[12] Richards G. A Guide to Virtual Universities for Policy-Makers. Commonwealth of Learning. 2015. URL: http://oasis.col.org/bitstream/handle/11599/1723/2015_ Richards_Virtual- Universities-Policy-Makers.pdf?sequence=1&isAllowed=y (дата обращения: 08.10.2017).

[13] Курсы «Открытого университета Казахстана» OpenU.kz прослушали более 1000 человек

[14] Видеолекции начали записывать по «100 лучшим учебникам мира на казахском языке»

Амангелди Д.С., Құрманбекқызы Н.

Открытые университеты: факторы успеха и перспективы развития

Аннотация. Настоящая статья посвящена особенностям формирования и функционирования открытых университетов, появляющихся в последние годы в разных странах мира. Описаны основные подходы к их созданию и финансированию. Отмечается, что наряду с государственными виртуальными университетами развиваются и частные университеты, в том числе корпоративные виртуальные университеты. Классифицированы основные модели виртуальных университетов, в числе которых модель консорциума, традиционная модель университета с электронным обучением по отдельным образовательным программам, модель образовательных организаций дистанционного обучения и собственно модель виртуального университета. Описаны успешные модели функционирования виртуальных университетов в Великобритании, США, Италии, Южной Корее, России и других странах.

В распространенной модели консорциума образовательные организации совместно разрабатывают онлайн курсы, предоставляют доступ к репозиторию курсов для обучающихся этих вузов, а также обладают возможностью перезачета курсов студентам организаций, входящих в консорциум. Выделены основные факторы, влияющие на развитие виртуальных университетов. Наряду с успешными примерами реализации модели консорциума образовательных организаций в статье приведены отрицательные примеры функционирования таких объединений вузов. В заключение определены основные направления развития виртуальных университетов.

Ключевые слова: виртуальные университеты, электронное обучение, консорциум вузов, открытые образовательные ресурсы, информатизация образования.

УДК622.276. (073)

[1]G.S. Sabyrbayeva, [2]A.S. Khadiyeva
([1]Caspian State University of Technologies and Engineering named after Sh.Yesenov, Aktau, Kazakhstan
E-mail:hadieva_albina@mail.ru)

ACID PROCESSING OF THE BOTTOM-HOLE ZONE ON THE CARBONATE COLLECTORS

Abstract. The paper describes the selection of the acid composition and the optimal concentration for processing the bottom-hole formation zone.In order to compare the effectiveness of acid solution concentrations, it is necessary to choose the optimal concentration and acid composition correctly.

Key words: solution, acid, chemical elements, inhibitor, injection, concentration.

[1]Г.С. Сабырбаева, [2]А.С. Хадиева
([1]Каспийский Государственный университет технологий и инжиниринга имени Ш.Есенова,
Республика Казахстан, Актау
E-mail:hadieva_albina@mail.ru)

КИСЛОТНАЯ ОБРАБОТКА ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ ПЛАСТА НА КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРАХ

Аннотация. В работе описывается подбор кислотной композиции и оптимальный концентрация для обработки призабойной зоны пласта. Для того чтобы сравнить эффективность концентраций кислотного раствора надо правильно выбрать оптимальную концентрацию и кислотную композицию.

Ключевые слова: раствор, кислота, химические элементы, ингибитор, закачка, концентрация.

Существует большое количество методов воздействия на призабойную зону скважин в карбонатных коллекторах. Самые распространенными и эффективными воздействиями с целью восстановления и улучшения фильтрационных характеристик коллектора являются обработки скважин кислотными составами.

Кислотная обработка карбонатных коллекторов - это сложный процесс, причиной сложности моделирования которого служит высокая скорость реакции между карбонатной матрицей породы и кислотой.

Эффективность кислотной обработки зависит, в первую очередь, от глубины проникновения кислоты в пласт и от полноты растворения в кислотном растворе коллектора. Для достижения эффективности необходим тщательный подбор кислотного состава и его оптимальной концентрации.

Кислотная обработка призабойной зоны карбонатных коллекторов является не простым технологическим процессом. Эффективность кислотной обработки предложено повышать совершенствованием рецептур кислотных композиций и технологий их применения, а также разработкой научно-методологических основ проведения кислотных обработок. При выборе технологий по закачке кислотных составов в призабойную зону пласта решающую роль играют строение порового пространства и тип коллектора.

Один из основных принципов выбора концентрации компонентов кислот, входящих в кислотный раствор, состоит в том, чтобы обеспечить максимально возможное количество растворенной породы при минимальном количестве нежелательных осадков.

До сегодняшнего дня на практике использовалось два типа обработок – соляной (HCl) и грязевой (раствор 12% HCl + 3% HF). Для карбонатных пород, приуроченных к залежи T_2 для растворения карбонатного материала использовали соляную кислоту, эффективно воздействующую на карбонат кальция или магния, образуя растворимые и легко удаляемые хлориды, а также для минимизации выпадения фторида кальция – нерастворимого осадка, являющимся продуктом реакции плавиковой кислоты с карбонатами.

Реакция карбонатных пород с соляной кислотой описывается уравнением (1) и (2).

$$CaCO_3+2\,HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2 \quad \text{с известняками} \qquad (1)$$

$$CaMg(CO_3)_2+4HCl = CaCl_2 + MgCl_2 + 2H_2O + 2CO_2 \quad \text{сдоломитами} \qquad (2)$$

Для терригенных пород, приуроченных к залежи применяли плавиковую кислоту, входящую в состав грязевой, единственную кислоту, обладающую способностью растворять силикатные породообразующие минералы, являющимися основными компонентами терригенного коллектора. Однако ее особенностью является способность образовывать многочисленные продукты реакции, которые по мере нейтрализации кислоты (повышения pH) могут выпадать в качестве нерастворимых или малорастворимых осадков, кольматируя поры пласта. Применение соляной кислоты в смеси с фтористоводородной кислотой помогает поддерживать pH в нужном интервале[1-3].

Реакция фтористоводородной кислоты с кварцем описывается уравнением (3).

$$SiO_2 + 4HF = SiF_4 + 2H_2O \quad \text{с кварцем} \qquad (3)$$

Образовавшийсятетрафторид кремния SiF_4 может также реагировать с HF, бесполезно расходуя кислоту, с образованием гексафторкремниевой кислоты H_2SiF_6 по уравнению (4).

$$SiF_4 + 2HF = H_2SiF_6 \qquad (4)$$

Далее гексафторид кремния SiF_6 взаимодействует с водой по уравнению (5), при этом образуется коллоидный гидроксид кремния, который в нейтральной среде выпадает в осадок в виде студенистого геля.

$$SiF_6^{2-} + 4H_2O = Si(OH)_4\downarrow + 4HF + 2F^- \qquad (5)$$

Плавиковая кислота также растворяет алюмосиликаты – полевые шпаты и глинистые минералы.

Реакция фтористоводородной кислоты с алюмосиликатами описывается уравнением (6).

$$4AI_2Si_2O_3 + 14HF = 2AIF_3 + 2SiF_4 + 9H_2O \text{с алюмосиликатами} \qquad (6)$$

Характер поведения алюмосиликатов при взаимодействии с водными растворами сильных кислот в значительной мере определяется отношением кремния к алюминию в кислотных тетраэдрах. Алюмосиликаты с отношением Si/Al<0,5 обычно разлагаются с образованием кремниевого тела. Высококремнистые алюмосиликаты с отношением Si/Al>1,5 при кислотном воздействии образуют осадок водного кристаллического кремнезема. При этом, чем ниже отношение Si/Al, тем более кислотоустойчивы алюмосиликаты.

Наиболее распространенные кольматирующие осадки, которые могут образоваться на стадии реакций минералов терригенного коллектора с фтористоводородной кислотой, – это фториды кальция и алюминия CaF_2, AlF_3, а также фторосиликаты и фторалюминаты калия и натрия (K_2SiF_6, Na_2SiF_6, K_3AlF_6, Na_3AlF_6).

Фторид кальция обычно образуется в результате реакции кальцита с HF по уравнению (7), также он может образовываться при взаимодействии кислоты с пластовой водой, содержащей ионы кальция.

$$CaCO_3 + 2HF = CaF_2\downarrow + CO_2\uparrow + H_2O \quad (7)$$

При высоком содержании карбонатов (3-15%) требуется предварительная промывка соляной кислотой, а при карбонатности коллектора свыше 15% использование плавиковой кислоты недопустимо.

Формирование осадка фторида алюминия обусловлено высокой степенью сродства алюминия к фтору и наблюдается при взаимодействии фтористоводородной кислоты с алюминий содержащими минералами.

Образование фторсиликатов и фторалюминатов натрия и калия по уравнениям (8) – (11), как правило, происходит, когда натрий- и калийсодержащие минералы пласта или солевые растворы данных металлов реагируют соответственно с гексафторкремниевой кислотой H_2SiF_6 или гексафторалюминиевой кислотой H_3AlF_6, которая образуется при реакции плавиковой кислоты с полевыми шпатами и глинистыми минералами:

$$H_2SiF_6 + 2Na+ = Na_2SiF_6 + 2H^+ \quad (8)$$
$$H_2SiF_6 + 2K+ = K_2SiF_6 + 2H^+ \quad (9)$$
$$H_3AlF_6 + 3Na+ = Na_3AlF_6 + 3H^+ \quad (10)$$
$$H_3AlF_6 + 3K+ = K_3AlF_6 + 3H^+ \quad (11)$$

Приведенные выше осадки достаточно объемные, поэтому они обуславливают большее снижение проницаемости пласта, чем мелкозернистый осадок фтористого кальция. Образованию этих осадков способствует высокая концентрация плавиковой кислоты.

Не менее опасно с позиций осадкообразования содержание ионов железа, источниками которых могут быть продукты коррозии промыслового оборудования, а также железосодержащие минералы коллектора.

Таким образом, применение грязевой кислоты в обработках терригенного коллектора сопряжено с различными трудностями, осложняющимися токсичностью плавиковой кислоты и ее высокой коррозионной активностью [4-6].

Для защиты металла наземного и подземного оборудования, фильтра скважин, обсадных и насосно-компрессорных труб от кислотной коррозии применяют ингибиторы.

В качестве замедлителя реакции использовалась уксусная кислота (CH_3COOH). В объеме 4-5% от общего объема раствора, которая замедляет темп нейтрализации карбонатными породами степени кислотности закачиваемого агента.

Для решения вопроса о выборе оптимальной концентрации кислотного раствора в условиях заданного минералогического состава карбонатного коллектора проведены лабораторные исследования по определению растворимости образца горной породы, элементного состава сканирующим электронным микроскопом, изучение пустотного пространства методом компьютерной томографии, а также фильтрационные исследования для оценки эффективности различных концентраций кислотного раствора с целью подбора оптимальной концентрации и кислотной композиции.

В качестве кислотного раствора в работе исследовали соляную кислоту HCl (12% мас.) для карбонатных пород и грязевую кислоту (раствор 12% HCl + 3% HF) для терригенных пород с добавлением замедлителя реакции в качестве уксусной кислоты и ингибиторов коррозии.

Подготовка керна к лабораторным исследованиям включала следующие этапы:

– отбор цилиндрических образцов;

– горячая очистка образцов от углеводородов, растворимых солей, различных примесей;

– высушивание образцов.

Отбор цилиндрических образцов проводился выбуриванием коронкой с алмазным покрытием диаметром 1,5из разных литотипов. Далее образцы упаковывались в полиэтиленовые пакеты и направлялись для очистки их от растворимых солей, воды и углеводородных соединений. Отбор образцов для исследований осуществлялся с равномерным охватом всех литотипов.

Очистка образцов от углеводородов, солей и воды проводилась в дефлегмационных аппаратах Сокслета с использованием в качестве растворителя смеси хлороформа и метанола в соотношении 4:1 соответственно.После завершения процесса очистки, который продолжался в течение 3-х недель,

образцы были высушены в термошкафу с контролируемой влажностью при температуре 65°С до достижения постоянного веса.

Далее образцы помещались в эксикатор с силикагелем для предотвращения адсорбции влаги из воздуха и направлялись для проведения стандартного комплекса и фильтрационных исследований керна.

Для визуальной оценки до и после воздействия кислотных составов на размеры поровых каналов образцы были просканированы компьютерным томографом.

Далее образцы насыщались в вакуумном сатураторе моделью пластовой воды с минерализацией 21 г/л. Образцы и насыщающий флюид были предварительно вакуумированы.

Для насыщения образцов в ходе проведения экспериментов также была приготовлена модель пластовой нефти согласно данным, предоставленным Заказчиком с вязкостью, принятой равной 1 мПа·с при пластовой температуре 110 °С.

Насыщенные пластовой водой образцы помещались в кернодержатель, где создавалось пластовое давление равное 33 МПа. Затем с использованием моделью пластовой нефти была вытеснена вода и определена проницаемость породы для нефти.

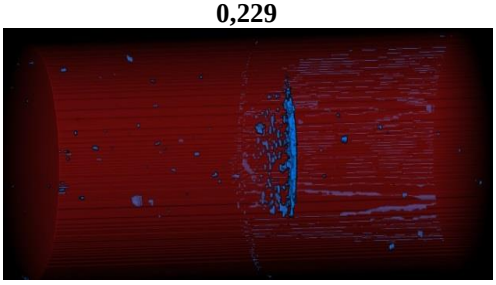
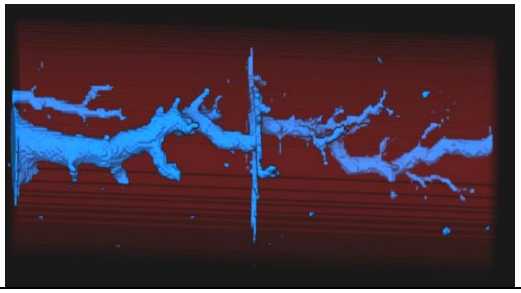
Для достижения остаточной водо-нефтенасыщенности была закачана модель пластовой воды.

В зависимости от литологии и по результатам растворимости пород подобраны кислотные составы с соответствующей концентрацией. Произведена закачка кислотных составов в образцы керна в объеме 0,5 поровых объемов образца. Скорость закачки кислоты устанавливалось равным 0,1 мл/ мин. Эффект от воздействия кислотных составов оценивался повторной закачкой моделью пластовой нефти и замером проницаемости по нефти [7].

Эксперимент

Для составного образца №1А, 1В, представленного доломитом известковистым, комковато-оолитовым с редким мелким раковинным детритом, был применен раствор 12% соляной кислоты с 5% уксусной кислотой (CH_3COOH).Длительность удержания кислотного состава в образце составило 24 ч. Результаты фильтрационных исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 - **Результаты фильтрационных исследований для составного образца №1А, 1В с применением раствора 12%HCl + 5% CH_3COOH**

Лабораторный номер образца	1А, 1В
Глубина отбора образца, м	3026,41, 3026,50
Макроописание образца	Доломит известковистый, комковато-оолитовый с редким мелким раковинным детритом, светлый, массивный
Пористость, %	12,1
Проницаемость по нефти до закачки КС, $\times 10^{-3}$ мкм^2	**0,229** 
Проницаемость по нефти после закачки КС, $\times 10^{-3}$ мкм^2	**4068** 

Вывод: для составного образца №1А, 1В фильтрация раствора 12% соляной кислоты с 5% уксусной кислотойприводит к формированию канала. Проницаемость по нефти увеличилась в 17800 раз (с $0{,}229\times10^{-3}$ мкм^2 до 4068×10^{-3} мкм^2). Таким образом:12%HCl+5%(CH_3COOH) – растворение с проникновением, приводящим к формированию канала, с значительным увеличением проницаемости по нефти.

Следовательно, по результатам выполненных исследований оптимальной концентрацией кислотного раствора для обработки призабойной зоны пласта с целью повышения продуктивности скважин в сложнопостроенных карбонатных коллекторах нефти является 12%HCl+5%(CH_3COOH).Также необходимо проведение статистического анализа результатов ранее проведенных кислотных обработок различного вида, изучение состава и концентрации кислотного раствора, способов и условий воздействия на карбонатные пласты, а также литологических особенностей для выявления взаимосвязи между этими скважинами и устранения возможных причин неэффективного воздействия.

С целью очистки призабойной зоны скважин от загрязнений рекомендуется проведение кислотных обработок с подбором скважин по критериям применимости технологии.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Глущенко В.Н., Силин М.А. Нефтепромысловая химия: Изд. В 5-ти томах. – Т.4. Кислотная обработка скважин. – М.: Интерконтакт Наука, 2010. – 703 с.

[2] Харламов К.Н., Андреев О.В., Киселев К.В. Изучение химизма взаимодействия кислотных растворов с горной породой низкопродуктивных залежей нефти // Известия вузов. Нефть и газ. – 2005. – №1. – С. 19-24.

[3] Егоров-Тисменко Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия: учебник. – М.: КДУ, 2005. – 529 с.

[4] Тухтеев Р.М., Антипин Ю.В., Карпов А.А. Интенсификация добычи нефти из карбонатных коллекторов // Нефтяное хозяйство. – 2002. - №4. – С. 68-70.

[5] Давлетов З.Р..Пахомов М.Д.,Мурзатаева М.К., Дингес В.Ю. Подбор оптимальной кислотной композиции для проведения успешной обработки призабойной зоны заглинизированного терригенного коллектора на основе сведений о минералогическом составе // РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина. – 2012. – С.16

[6] Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти: Учебное пособие для вузов. – М.: ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003. – 816 с.

[7] Гейхман М.Г., Исаев Г.П., Середа Н.Е. и др. Кислотная обработка терригенных и карбонатных коллекторов: Обз. инф. – М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2007. – 104 с.

Сабырбаева Г.С., Хадиева А.С.

Карбонатты коллектор қабаттарының ұңғы түбі аймағын қышқыл ерітіндісімен өңдеу

Түйіндеме. Бұл жұмыс ұңғы түбі аймағын өңдеуге арналған оңтайлы концентрацияны таңдау сипатталған. Қышқыл ерітіндісінің концентрациясының тиімділігін салыстыру үшін оңтайлы концентрацияны және қышқыл құрамын дұрыс таңдау керек.

Кілттік сөздер: ерітінді, қышқыл, химиялық элементтер, ингибитор, айдау, концентрация.

УДК 629.482.7

Z. Zhumekenova, V. Savinkin, S. Kolisnichenko
(M. Kozybayev North Kazakhstan State University, Petropavlovsk, Kazakhstan,
e-mail: zhumekenova82@mail.ru)

TO THE QUESTION OF PERSPECTIVE TECHNOLOGIES OF WEARED SURFACES RESTORATION

Abstract. In this article the perspective ways of restoration of ridges and a surface of driving of wheel pairs of railway cars are considered. Results of theoretical researches of ways of restoration of surfaces of skating with the wide nomenclature of types of wear are presented. Technological ways of increase of reliability and durability of wheel pairs of railway cars are offered.

Key words: a pair of wheels, the surface, recovery methods, recovery in the copier, the restoration of surfacing.

З.Ж. Жумекенова, В.В. Савинкин, С.Н. Колисниченко
(Северо-Казахстанский университет им. М.Козыбаева, Казахстан, Петропавловск,
e-mail: zhumekenova82@mail.ru)

К ВОПРОСУ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ИЗНАШИВАНИЯ

Аннотация. В статье рассмотрены перспективные способы восстановления гребней и поверхности катания колесных пар железнодорожных вагонов. Представлены результаты теоретических исследований способов восстановления поверхностей катания с широкой номенклатурой видов износа. Предложены технологические пути повышения надежности и долговечности колесных пар железнодорожных вагонов.

Ключевые слова: колесная пара, поверхность катания, способы восстановления, восстановление по копиру, восстановление наплавкой.

В практике вагоностроения в основном дефекты на поверхности катания колес, возникающие при эксплуатации железнодорожных вагонов, устраняют механической обработкой или с применением термического воздействия [1,2].

На железных дорогах СНГ применяются колеса многократной обточки с толщиной обода 75 мм. В США, Англии и Франции кроме колес многократной обточки применяются колеса с более тонкими ободьями, рассчитанные на одну-две переточки или без переточек. В некоторых случаях сокращение срока службы колес окупается уменьшением их массы.

Рис. 1. Колеса многократной обточки

Из отечественной и зарубежной практики восстановление профиля поверхности катания колес с выкаткой и без выкатки колесных пар из-под подвижного состава по принципу обработки известны следующие способы: восстановление по копиру, восстановление фасонным инструментом и комбинированное восстановление. Для способа восстановления профиля по копиру характерно задание требуемой траектории движения режущего инструмента с использованием систем механического, гидравлического и электрического копирования. Второй способ восстановления профиля характеризуется применением фасонных режущих инструментов с профилем, обратным профилю колеса. Комбинированное восстановление профиля предусматривает совмещение способов обработки по копиру и фасонным инструментом, а также возможный дополнительный подвод электрической (токами высокой частоты), тепловой или другой энергии в зону обработки до или во время обработки с предварительным отжигом поверхностей катания колес.

Недостатками данных способов являются сложный и дорогостоящий инструмент; достаточно высокая шероховатость получаемой поверхности, определяемая в основном конструкцией фасонного инструмента; сложное и высококвалифицированное техническое обслуживание оборудования, не всегда выполнимое в условиях ремонтных предприятий.

Рис. 2. Процесс восстановления профиля поверхности катания колес по копиру

Наиболее эффективным методом повышения долговечности колес, у которых износ гребня значительно опережает рост проката, является наплавка изношенных гребней колесных пар электровозов [3]. Такой метод по сравнению с обточкой и формированием конфигурации профиля за счет уменьшения толщины бандажа имеет бесспорные преимущества: наплавка гребня и поверхности катания в сочетании с формой охватывающего профиля снижает технологический износ бандажа до полного исчерпания ресурса; ликвидируется простой локомотивов, вызванный необходимостью промежуточных обточек (для электровоза 8–12 часов); снижаются расходы на содержание станков для обточки без выкатки и приобретение режущего твердосплавного инструмента; обеспечивается экономия заработной платы [4,5].

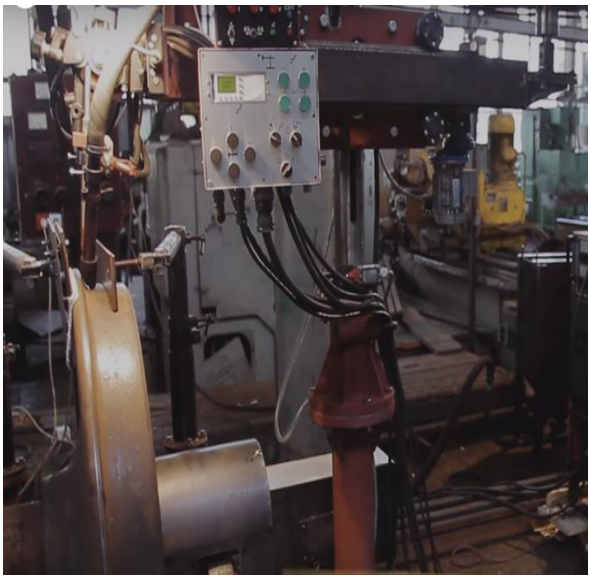


Рис. 3. Наплавка поверхностей изнашивания

На предприятиях железнодорожного транспорта специального назначения применяются более сорока способов сварки, наплавки и напыления [6,7]. Великая роль сварочных технологий в решении научных и практических задач ресурсосбережения бандажей колесных пар, снижения эксплуатационных расходов и повышения безопасности движения поездов [8].

Вопрос обточки бандажей не требующий выкатки колесных пар большого количества локомотивов, решен путем изготовления установки для обточки бандажей без выкатки колес из-под локомотива и впервые применили наплавку изношенных гребней бандажей электровозов ВЛ22 [9].

В 50–60-е годы прошлого века ввиду резкого увеличения износа гребней колес была разработана и нашла широкое внедрение технология их восстановления двухдуговой наплавкой под флюсом используя при этом автоматы ДАН-3 и А-482. Однако из-за ряда крупных аварий, произошедших за короткий период времени по причине разрушения наплавленных колес, их восстановление наплавкой было запрещено по всей сети железных дорог [10].

Рис. 4. Наплавка гребня колеса

В настоящее время большое внимание на железнодорожном транспорте общего и специального назначения уделяется разработке и реализации технологий восстановления поврежденных поверхностей наплавкой и напылением [11,12].

Ремонт сваркой, наплавкой и напылением технических средств железнодорожного транспорта отвечает общей тенденции освоения и внедрения в практику ресурсосберегающих технологий [13].

Способ восстановления профиля обода колеса (гребня и поверхности катания) путем обточки уменьшает его толщину, сокращая срок службы колеса.

Недостатки: неравномерный прогрев поверхности; ухудшение свойств наплавленного слоя из-за перехода в него элементов основного металла (снижение коррозионной стойкости, износостойкости и т. д.); требуется предварительный подогрев, вследствие чего повышается стоимость восстановительной операции; большой припуск на чистовую механическую обработку и значительный разогрев наплавляемой детали, что может отрицательно сказаться на ее форме и размерах после остывания.

Известны способы восстановления обода колеса путем электродуговой [14] или электрошлаковой наплавки металла на изношенную поверхность [15].

Электродуговая наплавка предназначена для восстановления преимущественно малогабаритных деталей. Использование электродуговой наплавки, например, для восстановления обода колеса железнодорожного вагона до нормативных размеров приводит к увеличению срока службы колеса. Однако такая технология восстановления не исключает образования термических трещин в ободе колеса из-за неравномерности температурных полей.

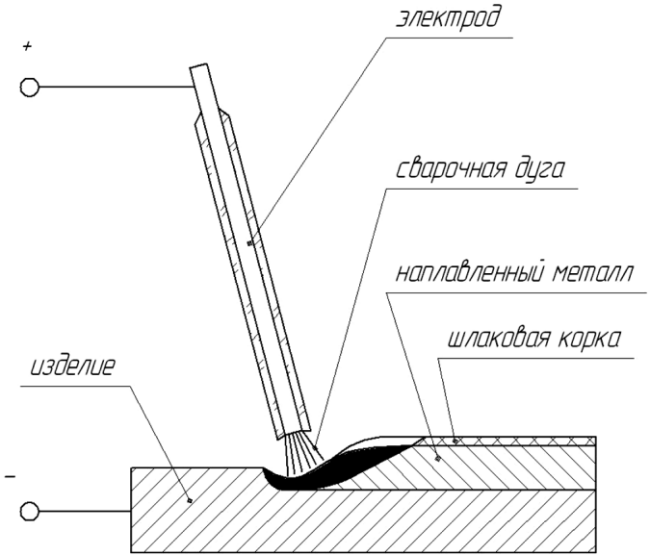


Рис. 5. Схема электродуговой наплавки

Недостатком этого способа восстановления обода колеса рельсовых транспортных средств является повышенная хрупкость металла восстановленной поверхности, которая приводит к ее разрушению в процессе эксплуатации. Поэтому такой способ восстановления в настоящее время на сети дорог не применяется.

Способ электрошлаковой наплавки предназначен для восстановления деталей больших размеров. Использование его для восстановления обода колеса железнодорожного вагона до нормативных или необходимых размеров обеспечивает увеличение срока службы колесных пар. Восстановление гребня обода колеса осуществляют при его износе по толщине до предельно допустимого значения.

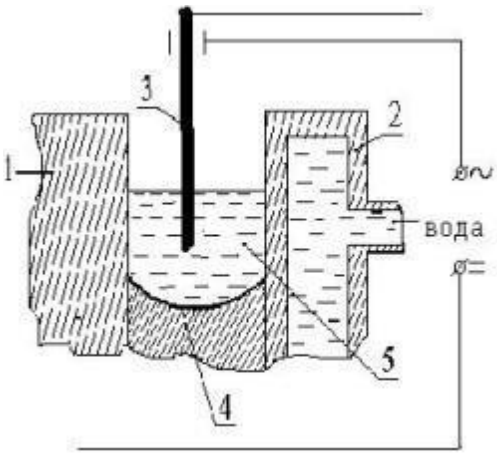


Рис. 6. Схема электрошлаковой наплавки

Для проведения электрошлаковой наплавки используют полый разборный кристаллизатор, имеющий в поперечном сечении профиль гребня обода колеса. Кристаллизатор устанавливают на части обода колеса в месте срезанного гребня, охватывая сектор колеса. При этом кристаллизатор располагают так, что его поперечное сечение находится в горизонтальной плоскости и перпендикулярно поверхности катания обода колеса, а его открытая сторона примыкает к месту среза гребня. Затем на поверхности катания обода колеса под кристаллизатором закрепляют стартовую пластину.

Для получения легированного металла подбирают сварочную проволоку с высоким содержанием углерода и легирующих элементов, например, сварочную проволоку Нп–30ХГСА, которая содержит 0,3 % углерода и до 1 % хрома, марганца и кремния. Используемый при наплавке флюс АН-8 содержит SiO_2 в пределах 33,0 – 39,0 %, MnO – 21,0 – 26,0 %, CaF_2 – 3,5 – 8,4 %, CaO – 4,0 – 7,0 %, MgO – 5,0 – 7,5 %, Al_2O_3 – 11,0 – 15,0 %, CaF_2 –13,0 – 19,0 %, Fe_2O_3 – 1,5 – 3,5 % и является низколегирующим. Флюс в известном способе восстановления гребня обода колеса выполняет функцию защиты наплавленного металла от внешних воздействий [16].

Рис. 7. Установка наплавочная

В процессе наплавки вращение колеса осуществляют вокруг горизонтальной оси при неподвижном кристаллизаторе. Наплавку гребня обода колеса производят в направлении, перпендикулярном оси колеса. Расплавленный металл проволоки и поверхности основного металла обода заполняет кристаллизатор, принимая в процессе кристаллизации профиль гребня. В процессе вращения колеса вокруг своей оси происходит постепенное образование восстановленного гребня по окружности обода. За полный оборот колеса гребень формируется по всему ободу. Наплавленный слой представляет собой углеродистую среднелегированную сталь, в которой насыщение легирующими элементами происходит из сварочной проволоки.

Завершают восстановление обточкой поверхности катания и наплавленной поверхности гребня колеса для устранения на ней шлаковых включений и неровностей, возникающих в результате наплавки.

Предлагаемый способ восстановления обода колеса позволяет восстанавливать его до геометрических параметров нового колеса. Восстановление происходит при равномерном нагреве по всей поверхности колеса, что исключает образование термических напряжений и появление поверхностных трещин. Использование высоколегирующих флюсов позволяет получать необходимые физико-механические свойства наплавленного металла гребня и поверхности катания.

Использование разработанного способа восстановления обода колеса транспортного средства позволяет получить восстановленное колесо с габаритами стандартного колеса, улучшенными показателями металла рабочих поверхностей обода колеса как для рабочей поверхности гребня, так и для поверхности катания колеса, что значительно снижает затраты на приобретение колесных пар.

Недостатки: недопустимо прерывать процесс наплавки до его окончания; требуется проектировать и изготавливать специальную технологическую оснастку для формирования шва; получение крупнозернистой структуры металла шва и зоны термического влияния.

Таблица 1. **Технические характеристики способов восстановления колес**

№ №	Способ восстановления	Технические характеристики	Используемый материал	Достоинства	Недостатки
1 1	Восстановление профиля по копиру	V – объем удаляемого в стружку металла; t_0 – основное время; ν – скорость резания. b - ширина срезаемого слоя.	Сталь	простота конструкции и настройки режущего инструмента; возможность обработки колес без демонтажа некоторых узлов	сложный и дорогостоящий инструмент; достаточно высокая шероховатость получаемой поверхности, определяемая в основном конструкцией фасонного инструмента; сложное и высококвалифицированное техническое обслуживание оборудования, не всегда выполнимое в условиях ремонтных предприятий
22	Наплавка	I -сварочный ток; $V_н$ - скорость наплавки; S - шаг наплавки; $U_Д$ - напряжение на дуге	Стали групп 1, 2, 3,4	наплавка снижает технологический износ бандажа до полного исчерпания ресурса; ликвидируется простой локомотивов,; снижаются расходы на содержание станков для обточки без выкатки и приобретение режущего твердосплавного инструмента; обеспечивается экономия заработной платы	неравномерный прогрев поверхности; ухудшение свойств наплавленного слоя из-за перехода в него элементов основного металла (снижение коррозионной стойкости, износостойкости и т. д.); требуется предварительный подогрев, вследствие чего повышается стоимость восстановительной операции

3 3	Электродуговая наплавка	Плотность тока 11…12 А/мм^2, общий предварительный подогрев изделия до 200...400 °С; высокотемпературный отпуск после наплавки с нагревом до 650...680 °С. Номинальный сварочный ток.	Стали групп 1, 2, 3,4	восстановления преимущественно малогабаритных деталей; увеличение срока службы колеса	образование термических трещин в ободе колеса из-за неравномерности температурных полей; повышенная хрупкость металла восстановленной поверхности, которая приводит к ее разрушению в процессе эксплуатации
44	*Электрошлаковая наплавка*	Сварочный ток , А. Скорость подачи электродной проволоки , м/ч. Величина напряжения, В. Скорость наплавки, м/ч. Плотность тока 0,2-300 А/мм2	Стали групп 1, 2, 3,4	устойчивость процесса в широком диапазоне плотностей тока (от 0,2 до 300 А/мм2); высокая производительност; возможность наплавки сталей и сплавов с повышенной склонностью к образованию трещин, возможность придавать наплавленному металлу нужную форму	Большая погонная энергия процесса вызывает перегрев основного металла и ЗТВ; невозможность получения наплавленных слоев малой толщины (кроме способа горизонтальной

Проводятся работы по совершенствованию технологии изготовления колес и осей. В частности, целесообразен переход от изготовления осей методами ковки и штамповки к изготовлению методом поперечно-винтовой прокатки. Этот метод позволяет полностью автоматизировать процесс, снизить металлоемкость изделия на 70 кг и повысить качество и усталостную прочность оси.

Совершенствование технологии изготовления колес идет по пути совершенствования штамповой оснастки с целью уменьшения припусков на обработку, совершенствование методов термической обработки.

В настоящее время ВНИИЖТом разработана и внедряется технология обточки колес по ремонтному профилю на толщину гребня 27 и 30 мм, что позволяет увеличить число переточек колесных пар, а значит и их долговечность.

Таким образом, срок службы колесных пар зависит от большого количества факторов: от условий эксплуатации, от конструктивного оформления колесных пар, качества стали и технологии изготовления. Срок службы колес можно продлить за счет уменьшения числа обточек и толщины снимаемого слоя металла при каждой обточке. Поэтому необходимо строго следить, чтобы при обработке колес по кругу катания снимался минимальный слой металла. Износ поверхности катания цельнокатаного колеса на 1 мм происходит через 30—40 тыс. км пробега и в среднем за год составляет около 3 мм. В процессе обточек 36—43% рабочей части обода колеса превращается в стружку. Поэтому для увеличения срока службы колес стремятся к уменьшению числа обточек и толщины срезаемого слоя металла, что достижимо указанными способами.

Технологические пути повышения надежности и долговечности колесных пар имеют несколько направлений - это отжиг колес перед обточкой, восстановление поверхности катания, гребня, обода колеса методами наплавки.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Восстановление профиля поверхности катания колесных пар : учеб. пособие / А. Ф. Богданов, И. А. Иванов, М. Ситаж. - СПб. : ПГУПС, 2000. - 128 с.

[2] Жумекенова З.Ж., Бондарев В.К. Анализ дефектов колесных пар железнодорожных вагонов и способы их устранения // Вестник КазНИТУ. – 2019. - № 4. – с. 376-384.

[3] Воробьев А.А., Иванов И.А., Кононов Д.П. и др. Анализ методов восстановления профиля катания колесных пар//Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. - 2011. - № 3. - с. 34-38.

[4] Буйносов А.П. // Вестник транспорта Поволжья. 2010. № 4(24). с. 21-25.

[5] Буйносов А.П., Пышный И.М. // Научно-технический вестник Поволжья. 2012. № 2. с. 122-126.

[6] Быков Б.В., Пигарев В.Е. Технология ремонта вагонов. Учебник для средних специальных учебных заведений ж.д. трансп. — М.: Желдориздат, 2001. — 559 с.

[7] Инструкция по сварочным и наплавочным работам при ремонте тепловозов, электровозов, электропоездов и дизель поездов. ЦТ – 336. Астана, 2003 г.

[8] Буйносов А.П., Пышный И.М. // Омский научный вестник. Серия Приборы, машины и технологии. 2011 № 3(103). с. 152-156.

[9] Крутько Андрей А. Оптимизация технологии восстановительной токарной обработки профиля железнодорожного колеса / Андрей А.Крутько, Алексей А.Крутько // Россия молодая: передовые технологии – в промышленность. - 2013. - № 1.

[10] Алехин С.В. Исследование износа деталей локомотивов в связи с проблемой увеличения их межремонтных пробегов: Дисс.канд.техн.наук: 05.22.07.Ч.1-2. Защ. 21.12.1955; Утв. 18.05.1957; Д-1568-57. - Л., 1955.-464 с.

[11] Буйносов А.П. Основные причины интенсивного износа бандажей колесных пар подвижного состава и методы их устранения. Екатеринбург: УрГУПС, 2009. 224 с.

[12] Буйносов А.П., Худояров Д.Л.//Транспорт Урала. 2010. №1(24). с. 63-68.

[13] Унифицированная технологическая инструкция по автоматической наплавке под флюсом гребней вагонных колесных пар. ТИ-5-02-02У.01.04.2004г., Москва.

[14] Кузьмичев, Е. Н. Увеличение жизненного цикла железнодорожных колес при их восстановлении электрошлаковой наплавкой [Текст] / Е. Н. Кузьмичев, Я. А. Новачук, Е. А. Дроздов // Известия Транссиба / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск. – 2013. – №1(13). – С. 2 – 7.

[15] Ю. М. Кусков, В. Н. Скороходов, И. А. Рябцев, И. С. Сарычев Электрошлаковая наплавка. Изд.: **Наука и технологии**. 2001г.

[16] Пат. 2424091 Российская Федерация, МПК В 23 К 9/04, В 23 К 35/36, С 22 В 9/18. Флюс для электрошлаковой сварки или наплавки при восстановлении деталей или электрошлакового переплава [Текст] / Э. Г. Бабенко, Е. Н. Кузьмичев, Е. А. Дроздов, М. А. Колесников (Россия). – № 2009125939/02; заявлено 06.07.2009; опубл. 20.07.2011. бюл. № 20.

Жұмекенова З.Ж., Савинкин В.В., Колисниченко С.Н.

Тозудың беттерін қалпына келтірудің перспективалық технологияларын талдау мәселесіне

Түйіндеме. Бұл мақалада темір жол вагондарының доңғалақ жұптарын сырғанау беті мен есіктерді қалпына келтірудің перспективалық тәсілдері қарастырылған. Тозудың кең номенклатурасымен сырғанау бетін қалпына келтіру әдістерінің теориялық зерттеулерінің нәтижелері ұсынылған. Темір жол вагондарының доңғалақ жұптарының сенімділігі мен ұзақ мерзімділігін арттырудың технологиялық жолдары ұсынылды.

Түйін сөздер: дөңгелекті жұп, сырғанау беті, қалпына келтіру тәсілдері, көшіру бойынша қалпына келтіру, балқытумен қалпына келтіру.

ОӘК 004.424:005.311.6
МРНТИ 50.05.03

[1]I.N.Bukenova, [2]G.C. Bukenov
(Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan,
Kazakh Leading Academy of Architecture and Civil Engineering, Almaty, Kazakhstan.
e-mail: ibukenowa@mail.ru, gani1212@bk.ru)

STUDY OF THE METHODS OF IMITATION MODELING TO ASSESS THE DEPENDENCE OF THE SOLUTIONS OF THE TRANSPORTATION PROBLEM FROM ERROR OF INPUT DATA

Abstract. Urban transport networks from the point of view of solving the management problem belong to the class of systems with spatially distributed objects, which limits the possibility of using traditional mathematical

methods of modeling and optimization for their research. All this requires the development of modern mathematical apparatus, focused on the implementation of integrated information computer systems with active inclusion of service components, providing an effective process of interaction in management decision making.

A task organization of transport, the economic problem, resource allocation can be reduced to the transportation problem. At the same time, in the existing works little attention is paid to assessing the impact of the error of the initial data on the optimal solution of the transport problem, although this factor is not unimportant in solving practical problems. In this regard, in this paper we consider the method of assessing the impact of the error of the original data on the solution of the transport problem using simulation. This article presents an algorithm of simulation modeling. The simulation is carried out to assess the accuracy of the solution of the transport problem depending on the error of the initial data. As a result, the mean values and standard deviations are obtained. As well as the confidence intervals of the objective function and the solution of the transport problem, when the source data are uncertain. The proposed special software can be used for solving applied transport problems, as well as during scientific research and in the educational process.

Keyword: Simulation, transportation problem, the error of the original data, confidence intervals, the objective function, the evaluation of the accuracy of the solution.

[1] И.Н. Букенова, [2]Ғ.С. Букенов
(Алматы Технологиялық университеті, Қазахстан,Алматы қ,
Қазақ бас сәулет-құрылыс академиясы,Қазахстан,Алматы қ.
е-почта: ibukenowa@mail.ru, gani1212@bk.ru)

КӨЛІКТІК ЕСЕП ШЕШІМІНІҢ БАСТАПҚЫ МӘЛІМЕТТЕРДІҢ ҚАТЕЛІГІНЕН ТӘУЕЛДІЛІГІН БАҒАЛАУ ҮШІН ИММИТАЦИЯЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ ӘДІСТЕМЕСІН ЗЕРТТЕУ

Андатпа. Басқару мәселесін шешу тұрғысынан қалалық көлік желілері кеңістікте таралған объектілері бар жүйелер класына жатады, бұл оларды зерттеу үшін модельдеудің және оптимизацияның дәстүрлі математикалық әдістерін қолдану мүмкіндігін шектейді. Мұның бәрі басқарушылық шешімдер қабылдау кезінде өзара әрекеттесудің тиімді процесін қамтамасыз ететін қызмет компоненттерін белсенді қосу арқылы біріктірілген ақпараттық компьютерлік жүйелер аясында енгізуге бағытталған қазіргі заманғы математикалық аппараттарды жасауды қажет етеді.

Тасымалдауды ұйымдастырудың көптеген міндеттері, экономикалық міндеттер, ресурстарды бөлу көлік есебіне келтіріледі. Сонымен қатар, қолданыстағы жұмыстарда бастапқы қателіктердің көлік есебін оңтайлы шешуге әсерін бағалауға аз көңіл бөлінеді, дегенмен бұл фактор практикалық мәселелерді шешуде маңызды рөл атқарады. Осыған байланысты, біз бұл жұмыста имитациалық модельдеуді қолдана отырып, алғашқы мәліметтер қателіктерінің көлік есебін шешуге әсерін бағалау әдістемесін қарастырамыз.

Бұл мақалада Имитациялық модельдеу әдісінің алгоритмі берілген. Имитация бастапқы деректердің қателігіне байланысты көліктік есептің дәлдігін бағалау үшін жүргізілді. Нәтижесінде орташа мәндер, орташа квадраттық ауытқулар алынды. Сондай-ақ бастапқы деректер белгісіз болған кезде мақсат функцияның сенімді интервалдары және көліктік есепті шешу. Ұсынылып отырған арнайы бағдарламалық қамтамасыз ету қолданбалы көліктік міндеттерді шешу үшін де, ғылыми зерттеулер жүргізу кезінде де оқу процесінде де қолданылуы мүмкін.

Түйінді сөздер: Имитациялық модельдеу, көліктік есеп, бастапқы деректердің қателігі, сенімді интервалдар, мақсатты функция, шешімнің дәлдігін бағалау.

Басқару мәселесін шешу тұрғысынан қалалық көлік желілері кеңістікте таралған объектілері бар жүйелер класына жатады, бұл оларды зерттеу үшін модельдеудің және оптимизацияның дәстүрлі математикалық әдістерін қолдану мүмкіндігін шектейді. Мұның бәрі басқарушылық шешімдер қабылдау кезінде өзара әрекеттесудің тиімді процесін қамтамасыз ететін қызмет компоненттерін белсенді қосу арқылы біріктірілген ақпараттық компьютерлік жүйелер аясында енгізуге бағытталған қазіргі заманғы математикалық аппараттарды жасауды қажет етеді.

Тасымалдауды ұйымдастырудың көптеген міндеттері, экономикалық міндеттер, ресурстарды бөлу көлік есебіне келтіріледі.

Сонымен қатар, қолданыстағы жұмыстарда бастапқы қателіктердің көлік есебін оңтайлы шешуге әсерін бағалауға аз көңіл бөлінеді, дегенмен бұл фактор практикалық мәселелерді шешуде маңызды рөл атқарады. Осыған байланысты, біз бұл жұмыста имитациалық модельдеуді қолдана отырып, алғашқы мәліметтер қателіктерінің көлік есебін шешуге әсерін бағалау әдістемесін қарастырамыз. [1].

Мәселе тек көлік есебін шешіп қана қоймай, сонымен қатар шешімнің дұрыстығын бағалау болып табылады. Осы мақсатта алгоритмі келесі кезеңдерден тұратын имитациялық модельдеу әдісін қолдану ұсынылады:

1. k: = 1 (бірінші имитация).
2. Берілген ықтималдылықтың (4) c_{ij}, M_i и N_j таралу заңына сәйкес параметрлерінің кездейсоқ шамаларын құрамыз да d_i^k, M_i^k және N_j^k шығарып аламыз.
3. $F = \sum_{j=1}^{n} \sum_{i=1}^{m} c_{ij}^k x_{ij} \to min$ есебін
   $\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = M_i^k, \quad i = 1,2,..,m,$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = N_j^k, \quad j = 1,2,\dots,n \quad \text{шектеулермен шығарамыз}$$

Біз есепті жабық көрініске келтіріп, көлік есебін шешеміз. F^k оптималды мақсат функциясы бар x_{ij}^k, $i = \overline{1,m}$, j = $\overline{1,n}$ шешімі делік.

4. Егер k <N (N - имутацияның жалпы саны) болса, онда k:=k + 1 және 2-қадамға өтіңіз;
5. Шешімнің және мақсат функцияның бағасын есептейміз:
6.

$$\hat{x}_{ij} = \sum_{k=1}^{N} x_{ij}^k \Big/ N\,,$$

$$\hat{F} = \sum_{k=1}^{N} \left(F^k\right) \Big/ N$$

7. Көлік есебі мен мақсат функцияның ОКА (орташа квадраттық ауытқудың) бағасын есептейміз:

$$\hat{\sigma}_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^{N} \left(x_{ij}^k - \hat{x}_{ij}\right)^2 \Big/ N}$$

$$\hat{\sigma}_F = \sqrt{\sum_{k=1}^{N} \left(\hat{F} - F^k\right)^2 \Big/ N}$$

8. Біз x_{ij} шешімінің және F мақсат функциясынын ауытқуын есептейміз
9.

$$\Delta x_{ij} = \frac{\hat{\sigma}_{ij} \cdot t_\alpha}{\sqrt{N}}$$

$$\Delta F = \frac{\hat{\sigma}_F \cdot t_\alpha}{\sqrt{N}}.$$

Сонда есептің нағыз шешімі α ықтималдығымен (әдетте 0.95 немесе 0.9 тең болады)

$\hat{x}_{ij} - \Delta x_{ij} < x_{ij} < \hat{x}_{ij} + \Delta x_{ij}$,

$\hat{F} - \Delta F < F^* \quad < \hat{F} + \Delta F$ аралығында болады.

Көлік есебінің нақты мысалын қарастырамыз, осы алгоритмге сәйкес көлік есебіне арналған Delphi 7 бағдарламасы жасалынған:

$$z = 10x_{11} + 15x_{12} + 7x_{13} + 20x_{14} + 30x_{15} + 16x_{16} + 24x_{17} + 21x_{18} + 0x_{19} + 12x_{21} + 17x_{22} + 19x_{23} + 31x_{24} + 25x_{25} + 8x_{26} + 11x_{27} + 13x_{28} + 0x_{29} \to min \quad (1)$$

Шектеулер

$$\begin{cases} x_{11}+x_{12}+x_{13}+x_{14}+x_{15}+x_{16}+x_{17}+x_{18}+x_{19}=4294 \\ x_{21}+x_{22}+x_{23}+x_{24}+x_{25}+x_{26}+x_{27}+x_{28}+x_{29}=6874 \\ x_{11}+x_{21}=39 \\ x_{12}+x_{22}=42 \\ x_{13}+x_{23}=2986 \\ x_{14}+x_{24}=837 \\ x_{15}+x_{25}=72 \\ x_{16}+x_{26}=846 \\ x_{17}+x_{27}=3633 \\ x_{18}+x_{28}=2361 \\ x_{19}+x_{29=}352 \end{cases} \quad (2)$$

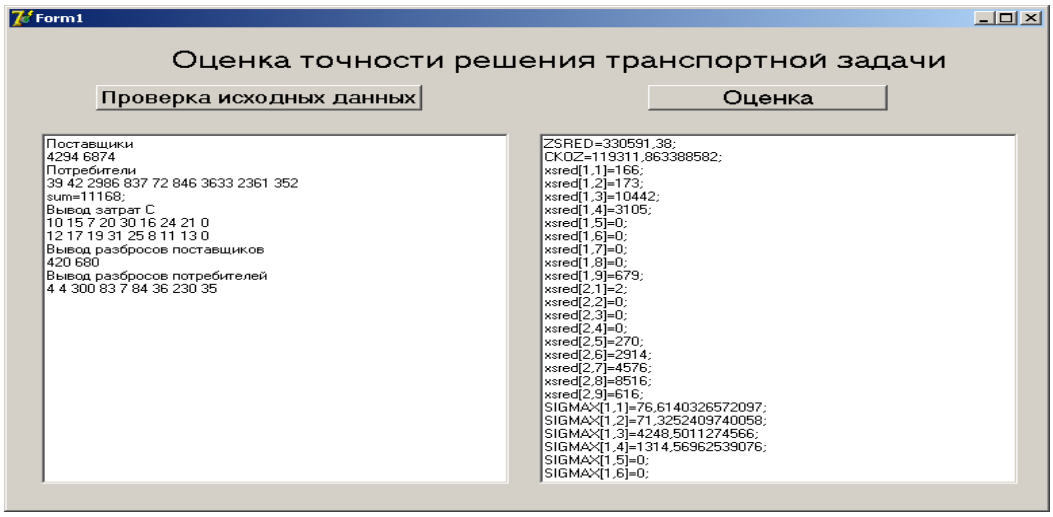
мұндағы z – мақсат функция

Біз бастапқы мәліметтердің қателігін 10% аралығында алдық, атап айтқанда:

-жеткізушілер үшін 420 және 680;

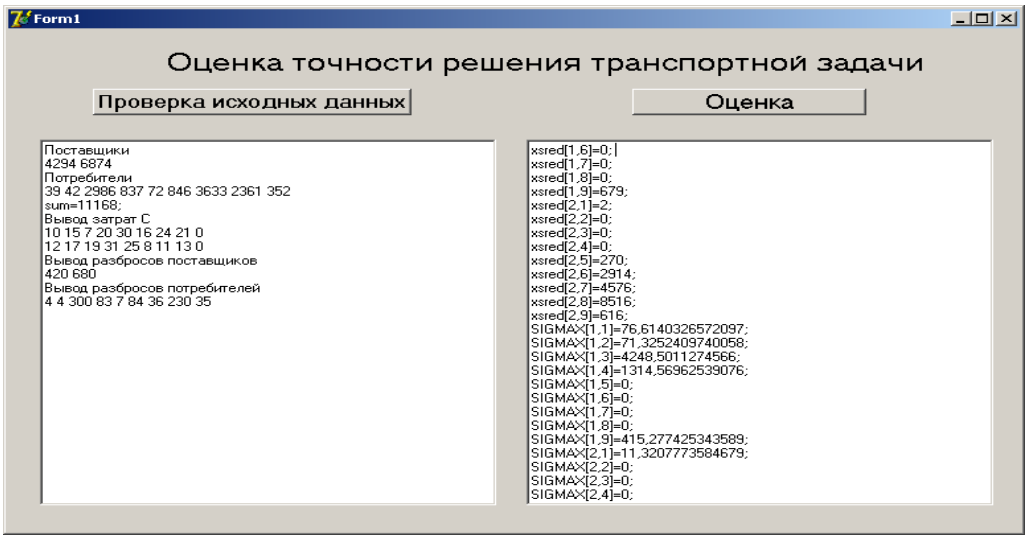
-тұтынушылар үшін 4, 4, 300, 83, 7, 84, 36, 230.35.

Delphi 7-де әзірленген бұл мәселені шешудің нәтижесі 1-3 суреттерінде көрсетілген.



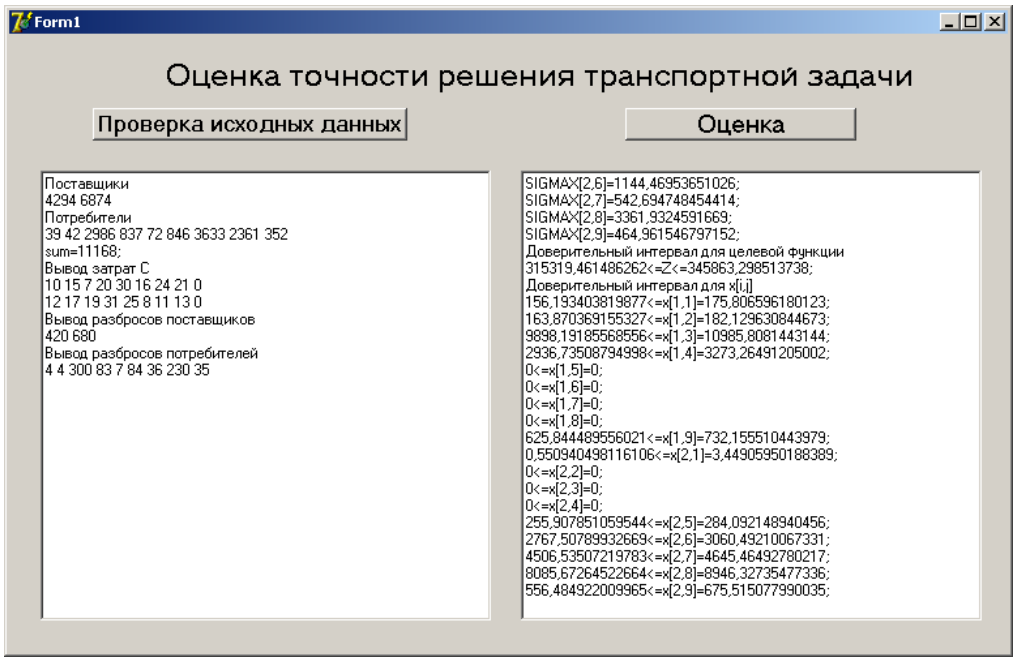
1-сурет. Көлік есебін шешудегі дәлдігін бағалау

Fig.1-Assessment of the accuracy of the problem solution



2-сурет. Есепті шешудің дәлдігін бағалау

Fig.2 - Assessment of the accuracy of the problem solution



3-сурет. Есепті шешудің дәлдігін бағалау
Fig.3 - Assessment of the accuracy of the problem solution

Суретте мақсат функция мен шешімнің орташа мәндері мен стандартты ауытқулары көрсетілген. Сонымен қатар, мақсат функция мен шешімге сенімділік интервалдары келтірілген. Суреттегі форма мынаны көрсетеді:

ZSPED=330591,38
CKOZ=119311,86
xsred[1.1] = 166;
xsred[1.2] = 173;
xsred[1.3] = 10442;
xsred[1.4] = 3105;
xsred[1.9] =679;
xsred[2.1] =2;
xsred[2.5] = 870;
xsred[2.6] =2914;
xsred[2.7] =4576;
xsred[2.8] =8516;
xsred[2.9] =616;
шешімнің орташа квадраттық ауытқуы (ОКА):

SIGMAX[1.1] = 76.614;	SIGMAX[2.1] = 11.32;
SIGMAX[1.2] = 71.32;	SIGMAX[2.2] = 0;
SIGMAX[1.3] = 4248.5;	SIGMAX[2.3] = 0;
SIGMAX[1.4] =3114.56;	SIGMAX[2.4] = 0;
SIGMAX[1.5] = 0;	SIGMAX[2.5] = 12.22;
SIGMAX[1.6] =0;	SIGMAX[2.6] = 1144.47;
SIGMAX[1.7] =0;	SIGMAX[2.7] = 542.69;
SIGMAX[1.8] =0;	SIGMAX[2.8] = 3361.96;
SIGMAX[1.9] = 415.28;	SIGMAX[2.9] = 464.96;

мақсат функцияға деген сенім интервал қатынас арқылы анықталады:
$315319 \leq z \geq 345863{,}3$
шешімнің сенім интервалы:
$156.2 \leq x[1.1] \geq 175.8$
$163.9 \leq x[1.2] \geq 182.1$

$9898.2 \leq x[1.3] \geq 10985.8$
$2936.7 \leq x[1.4] \geq 3273.2$
$625.8 \leq x[1.9] \geq 732.2$
$0.55 \leq x[2.1] \geq 3.45$
$255.9 \leq x[2.5] \geq 284.1$
$2767.5 \leq x[2.6] \geq 3060.5$
$4506.5 \leq x[2.7] \geq 4645.4$
$8085.6 \leq x[2.8] \geq 8946.3$
$556.5 \leq x[2.9] \geq 675.5$

Сонымен, мақсат функцияның таралуы 284775.7;
шашырау x[1.1] құрайды 19.6
шашырау x[1.2] құрайды 18.2
шашырау x[1.3] құрайды 1087.61
шашырау x[1.9] құрайды 106.31
шашырау x[2.1] құрайды 2.89
шашырау x[2.5] құрайды 28.19
шашырау x[2.6] құрайды 92.99
шашырау x[2.7] құрайды 138.93
шашырау x[2.8] құрайды 861.25
шашырау x[2.9] құрайды 19.03

шашыраудың шығуы 4 суретте көрсетілген

4-сурет. Орташа квадраттық ауытқу графигі
Fig.4 - Graph of the standard deviation

Қорытынды. Орындалған жұмыстын негізінде келесі қорытынды жасауға болады:

1. Жасалған математикалық модель нақты объектіге сәйкес келеді;

2.Зерттеулер модель мен есептеудің қолмен жасалатын әдісімен салыстырғанда қажетті параметрлерді анықтауда модельдің тиімділігі мен «оны іске асыру» әдістерінің тиімділігін көрсетті;

3.Жасалған модель мұндай модельдер үшін әмбебаптылықтың жеткілікті дәрежесіне ие, өйткені жүйенің кіріс параметрлерінің диапазоны оңай және тез өзгеруі мүмкін.

Бағдарлама бастапқы қателіктердің көлік есебін оңтайлы шешуге әсерін бағалауды көрсетеді, егер бастапқы деректер белгісіз болса және белгілі бір ықтималдылықпен белгілі бір ауқымда өзгерсе.

Ұсынылған тәсілді көлік есебін шешуде, бастапқы деректер белгісіз болғанда және белгілі бір ықтималдылықпен белгілі бір ауқымда өзгерген кезде қолдануға болады [2].

ӘДЕБИЕТ
[1] Кремер А.Н. Транспортная задача.– Новосибирск, 2011. – 233с.
[2] Максимов Н.П. Имитационное моделирование. - М.: Наука, 2005. - 145 с.
[3] Белов А.М. Принятие решений в сложных ситуациях. – М.: Высшая школа, 2013. – 301с.
[4] Колмагоров А.Н. Введение в теорию обоснованного выбора вариантов. – М.: Наука, 2015. – 364с.
[5] Черноруцкий И.Г. В. Методы принятия решений. – Санкт - Петербург, 2015. - 408с.
[6] Петров А.А. Транспортная задача. - М.: Наука, 2018. – 262с.

Букенова И.Н., Букенов Г.С.

Исследование методики иммитационного моделирования для оценки зависимости решения транспортной задачи от погрешности исходных данных

Резюме. Городские транспортные сети с позиции решения проблемы управления относятся к классу систем с пространственно распределенными объектами, что ограничивает возможность использования для их исследования традиционных математических методов моделирования и оптимизации. Все это требует разработки современного математического аппарата, ориентированного на реализацию в рамках интегрированных информационных компьютерных систем с активным включением сервисных компонент, обеспечивающих эффективный процесс взаимодействия при принятии управленческих решений.

Многие задачи организации перевозок, экономические задачи, распределение ресурсов сводятся к транспортной задаче.

При этом в существующих работах мало уделено внимание оценки влияния погрешности исходных данных на оптимальное решение транспортной задачи, хотя при решении практических задач этот фактор имеет не маловажную роль. В связи с этим в этой работе рассматривается методика оценки влияния погрешности исходных данных на решение транспортной задачи с применением имитационного моделирования.

В данной статье представлен алгоритм метода имитационного моделирования. Имитация проведена для оценки точности решения транспортной задачи в зависимости от погрешности исходных данных. В результате получены средние значения, среднеквадратические отклонения. А также доверительные интервалы целевой функции и решении транспортной задачи, когда исходные данные являются неопределенными. Предлагаемое специальное программное обеспечение может быть использовано как для решения прикладных транспортных задач, так и при проведении научных исследований и в учебном процессе.

Ключевые слова. Имитационное моделирование, транспортная задача, погрешность исходных данных, доверительные интервалы, целевая функция, оценка точности решения.

УДК 004.89

L.M. Alimzhanova, V.I. Karyukin
(al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan)
Email: lauralim01@gmail.com, vladislav.karyukin@kaznu.kz

A CLASSIFICATION MODEL BASED ON DECISION-MAKING PROCESSES

Abstract. The article is devoted to the formation of a classification of decision-making systems from the simplest having an algorithm of sequential operations to complex systems based on control of an object taking into account factors of the environment that are changed during a process of the controlled object's work. Factors could be static and functional. It significantly affects the decision-making trajectory, which makes this system difficult to predict for the developers. These requirements of an intellectual system suppose absence of an explicit algorithm.

Keywords: an intellectual system, decision-making processes, a linear algorithm, a conditional algorithm, a rational system

Introduction

Currently, there is no clear differentiation of decision-making models from simple to complex ones. This study proposes a version of the classification of algorithms based on the complexity of decision-making processes. A structural description of the existing decision-making models is given below.

1. A linear structure of sequential simple operations;
2. A simple algorithm with branches and cycles;
3. An algorithm that is based on the use of a database of ready solutions that are unchanged;
4. An expert system that allows you to make elementary decisions from an unchanged database of ready solutions. External factors and rules also do not change;

5. Systems that accumulate data, i.e. the database of ready solutions increases in time, which subsequently leads to a change in the database according to the rules.

Methods

Decision-making models are represented by the categories described below.

1. Systems based on simple algorithms

1.1 Basic linear algorithms

The first computer programs realized the concept of structured programming.

All instructions were executed one by one. When a previous instruction was completed, the next one started to work. Structured programming showed itself very useful and trivial for solving tasks that do not have many conditions and circumstanced required to be analyzed. This simple algorithm includes only a sequence of steps that have to be completed to receive a specific result. Figure 1 illustrates processes in a system that are implemented in a chain of steps. Each process contains some operations that are required to be completed. After completing the first process, the second one starts its operations. This logic continues until the end of the program. This trivial program does not imply any branches and different variants.

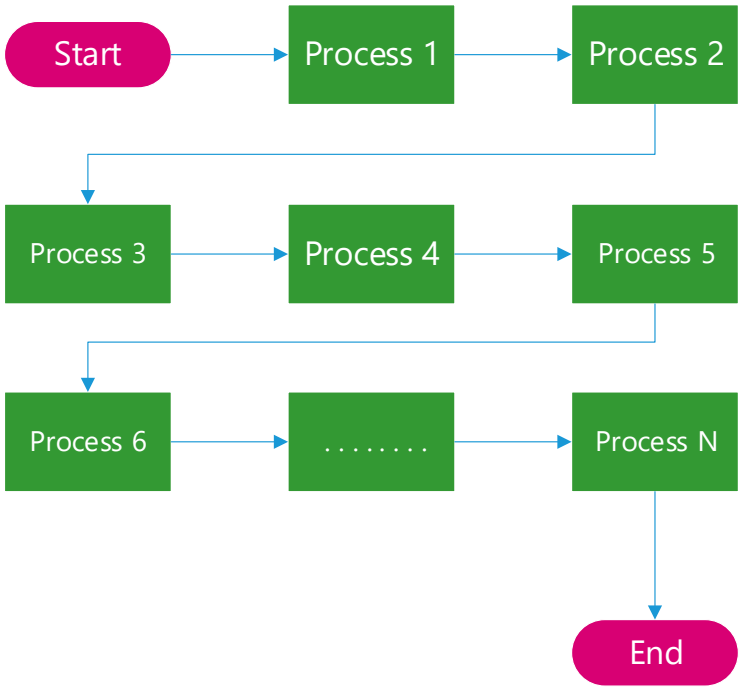


Figure 1. A linear algorithm

1.2 Conditional algorithms

As linear algorithms do not allow any strategic decisions, and they are practically useless in modern systems, they had to be modified to include functionality of conditions and transitions. It was realized by an addition of branches, cycles, conditional and unconditional transitions. Branch statements are formed by «if…then…else» or «case» operators that will provide different kinds of choices for users of programs. Iterative statements «for, while, repeat» provide functionality to receive an estimated result after multiple passes. The work of this kind of algorithms is in Figure 2. These blocks include a beginning and an end of the program, rectangular shapes show activity blocks and diamond shapes illustrate conditions that lead to different ways towards the final result.

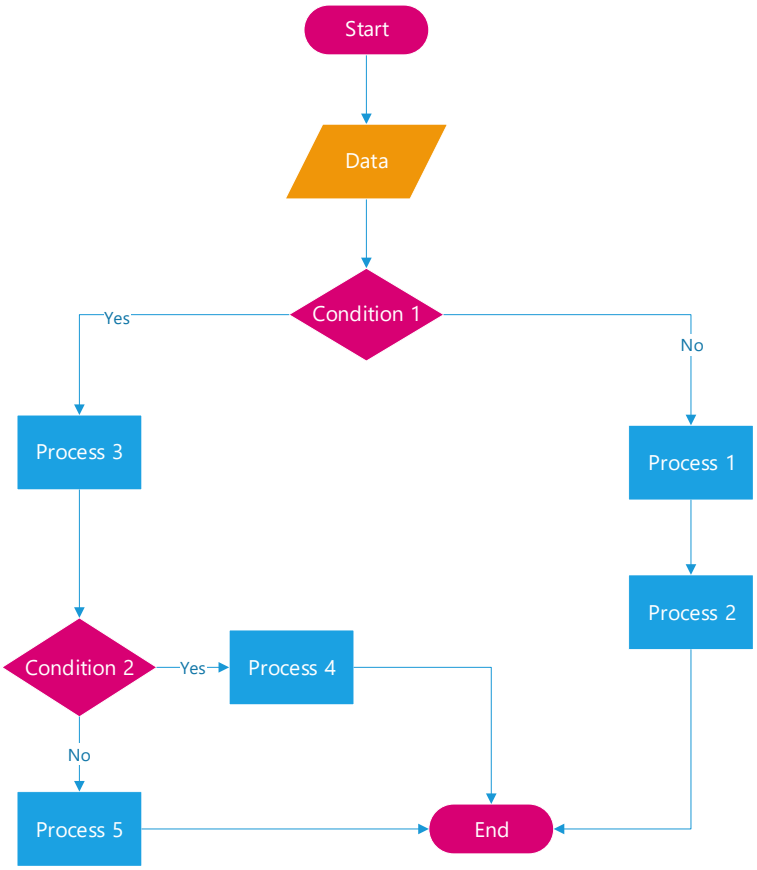


Figure 2. A conditional algorithm

2. Rational systems

2.1 Systems with the non-changing parameters of the environment

Although stated above simple algorithms allow to fulfill some specific tasks, they are very restricted in functionality. It is just a direct sequence of actions and variants without any analysis of situations. Modern systems have to provide the flexible functionality where the environment and future steps are analyzed in advance.

The concept of rationality in the Artificial Intelligence field comes to help here. An agent is everyone or anything that performs actions. The main difference between these kinds of programs and programs mentioned previously is execution of non-straightforward steps. At the same time, the agent always perceives the environment where it operates via various kinds of sensors and actuators [1].

2.2 Systems with the changing parameters of the environment

In the previous system we have the parameters of robots and environment always stable and non-changing. There are many cases when external factors influence the work of robots, and they need to adapt to them. Robots have to make decisions that will allow to show the same performance measure they had before the change of factors [2]. The trajectory plan is to be divided into small subtasks which execution leads to the final goal of the system.

Taking into account the result of the article [3], it is required to highlight that the model presented there is described inaccurately by the following parameters:

1. There are no basic hypotheses for the formation of the conceptual model;
2. Since there are no corrections at individual stages, no mechanism of the influence of external factors on the trajectory of performing a complex task in the diagram is presented for the conceptual task. A trajectory of each consequent stage is fully dependent on the results of the previous stage. Factors of external influence are absent, but the scheme intends that they have to exist;
3. An elementary mathematical description of the model is absent that raises a number of questions about the correctness of the described model. The proposed work gives a detailed description of the model and discloses principles of the model in a more correct form.

The hypotheses on the basis of which this conceptual model is proposed are described below:

1. In the first case, an agent makes the best decision at the beginning taking into account the amount of relevant information received;
2. In the second case, an agent is also influenced by external factors at the intermediate points, and its trajectory changes correspondingly;
3. In the third case, external factors change values at the intermediate points, and it influences the behavior of the agent even more that in the second case.

The rational behavior is expressed with the use of the following mathematical equations.

$$\begin{cases} p_0 = q_0(S_0, x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_m), \\ p_1 = q_1(S_1), where\ S_1 \equiv p_0 \\ \dots \\ p_i = q_i(S_i), where\ S_i \equiv p_{i-1} \\ \dots \\ p_n = q_n(S_n), where\ S_n \equiv p_{n-1} \end{cases} \quad (1)$$

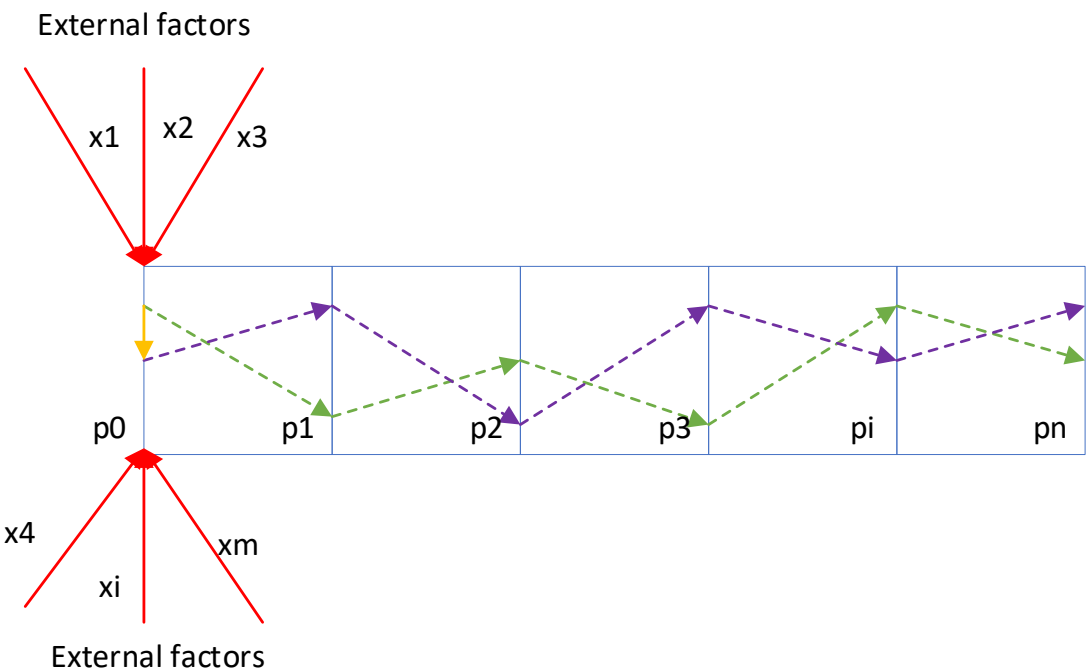


Figure 3. Model 1

In the first model, a list of initial positions is defined as $S_0, S_1, S_2, \dots, S_m$. The start position is influenced by external factors $(x_0, x_1, \dots, x_j, \dots, x_m)$. Every next step is the functional result of the previous step.

In the second model, a correction function that depends on the external factors at the control points exists. There will be a bias at the intermediate steps of the trajectory. So external factors can influence agents only at those points, and it is revealed inside a correction function.

$$\begin{cases} p_0 = q_0(S_0), S_0 = f(x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0j}, \dots, x_{0m}) \\ p_1 = q_1(S_1), where\ S_1 \neq p_0, S_1 = \varphi_1(p_0, x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1j}, \dots, x_{1m}) \\ \dots \\ p_i = q_i(S_i), where\ S_i \neq p_{i-1}, S_i = \varphi_i(p_{i-1}, x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{im}) \\ \dots \\ p_n = q_n(S_n), where\ S_n \neq p_{n-1}, S_n = \varphi_n(p_{n-1}, x_{n1}, x_{n2}, \dots, x_{nj}, \dots, x_{nm}) \end{cases} \quad (2)$$

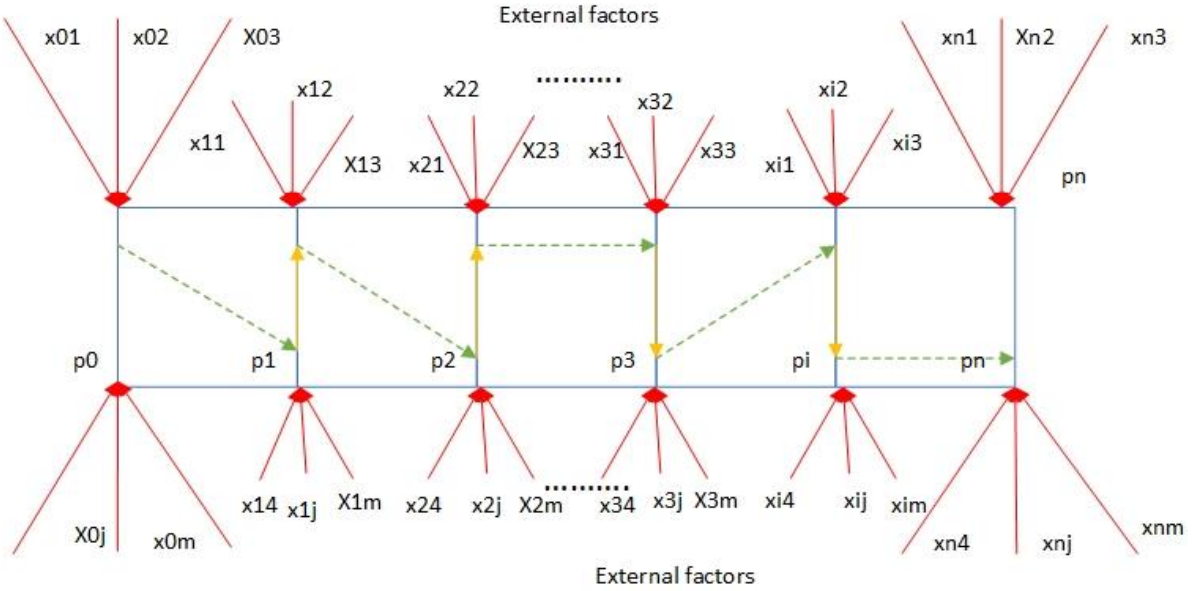


Figure 4. Model 2

In the third model, a correction function shows the change of external factors at the intermediate steps of the trajectory over time.

$$\begin{cases} p_1 = g_1(S_1, x_{01},\ x_{02}, \dots, x_{0j}, \dots, x_{0m}), S_1 = f\left(x_{01},\ x_{02}, \dots, x_{0j}, \dots, x_{0m}, t\right) \\ p_2 = \ g_2(S_2, x_{11},\ x_{12}, \dots, x_{1j}, \dots, x_{1m}), \\ S_2 \neq p_1, S_2 = \varphi_1(p_1, x_{11},\ x_{12}, \dots, x_{1j}, \dots, x_{1m}, t) \\ \dots \\ p_i = \ g_i(S_i, x_{i1},\ x_{i2}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{im}), \\ S_i \neq p_{i-1}, S_i = \varphi_{i-1}(p_{i-1}, x_{i1},\ x_{i2}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{im}, t) \\ \dots \\ p_n = \ g_n(S_n, x_{n1},\ x_{n2}, \dots, x_{nj}, \dots, x_{nm}), \\ S_n \neq p_{n-1}, S_n = \varphi_{n-1}(p_{n-1}, x_{n1},\ x_{n2}, \dots, x_{nj}, \dots, x_{nm}, t) \end{cases} \tag{3}$$

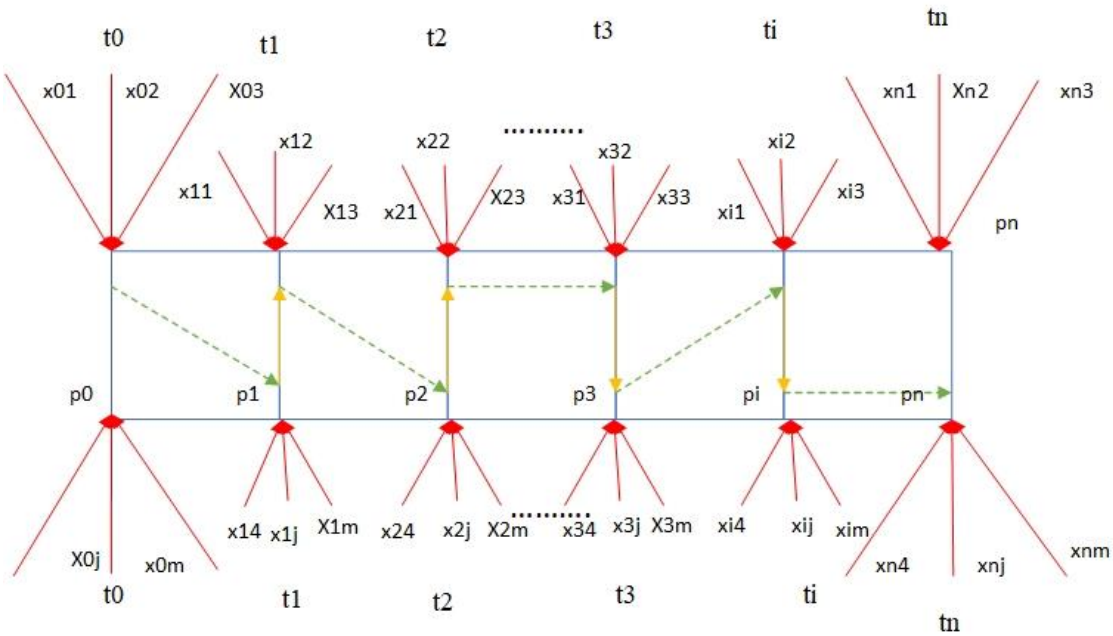
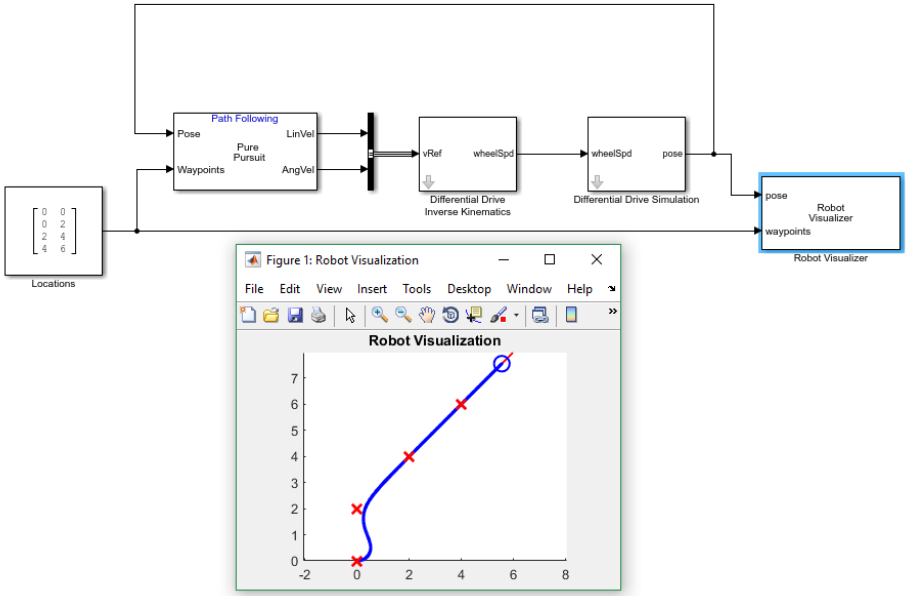


Figure 5. Model 3

Realization

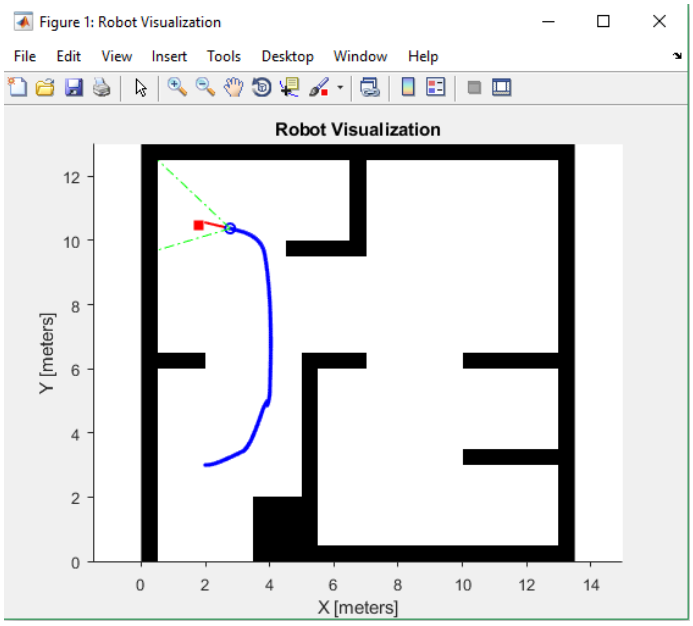
In the robotic system toolbox in MATLAB, the linear algorithm may be represented by a vehicle moving from the start point to the end point. A trajectory of the movement is quite simple including only intermediate points along its path. At the beginning, it is necessary to set up linear and angular velocity values that define how fast an object will be moving towards the end point [4-7]. Points of the trajectory are described by an input matrix.

The following parameters have been used in the model: wheel radius – 0.1, wheel base – 0.5, linear velocity – 0.5, angular velocity – 1.0



A moving object 1

To demonstrate a variety of decisions made by robots, it is worth to use an example of the point detection algorithm in MATLAB. A point is set up on the map, and a wheel drive robot uses its scanner to find this point and move towards it. If the point is not found by the robot, it does not try to reach it. Otherwise, when the point is detected, the robot is going to move to that place [8-9]. This example is presented on the image below.



A moving object 2

Knowledge gathering system

One efficient way of keeping data about actions taken by agents is the use lists that bind facts in the environment with new rules an agent has to take into account executing its actions. A widespread example of the agent's rational work is the Wumpus game [1]. This game includes a hero (agent) who enters a cave where he needs to find gold and kill the terrifying monster Wumpus. In addition, a cave contains deep pits that are dangerous for a hero because he can fall there and die.

The cave is represented by a board of cells. The hero moves horizontally and vertically. If a cell contains a cave, there is wind in nearby cells. The hero can also smell Wumpus in the cells next to the monster's location. A hero has only one arrow to kill the Wumpus with it. In order to murder the monster, the hero has to know his location for sure. As the hero has no prior knowledge about a structure of the cave, he needs to build it while he moves. Sensors of the agent provide him the following information:

- wind in the cells next to pits;
- stench in the cells near the Wumpus;
- bump when an agent collides with walls;
- glitter when there is gold that an agent has to find;
- scream when the Wumpus is killed by an arrow.

The agent has a list of rules initially, and additionally, he needs to fill its table of facts which it gets from the cave (Table 1).

Using accommodated facts and rules, the agent can successfully fulfill its task.

Table 1. **Agent's work specifications**

Facts and rules	Steps of the agent
#facts and rules that we will use to make inferences *facts = []* *rules = [* *([('clean', '?x'), ('next', '?x', '?y')], [('no_wumpus', '?y')]),* *([('calm', '?x'), ('next', '?x', '?y')], [('solid', '?y')]),* *([('no_wumpus', '?x'), ('solid', '?x')], [('safe', '?x'),]),* *([('next', '?a', '?b'), ('next', '?b', '?c'), ('next', '?c', '?d'), ('next', '?d', '?a'), ('nasty', '?a'), ('no_wumpus', '?b'), ('nasty', '?c')], [('wumpus', '?d'),])]*	Taking a step Moving to Cell 21 There is a breeze running through this room Perception = (clean, breeze, bare, no_bump, quiet, Cell 21, Left, living, 1100) ********** Turing to face Left There is a breeze running through this room Perception = (clean, breeze, bare, no_bump, quiet, Cell 21, Left, living, 1100) ********** Taking a step Moving to Cell 11 Perception = (clean, calm, bare, no_bump, quiet, Cell 11, Left, living, 1100) ********** Perception = (clean, calm, bare, no_bump, quiet, Cell 11, Left, won, 1100)

Conclusion

The classification model demonstrated a shift from basic sequential algorithms to complex decision-making systems where intelligent agents and robots are influenced by a large group of different factors. In this case, it is actual to thoroughly describe the change of behavior on different stages of work.

The intellectual part of the decision-making system is confirmed by the presence of an implicit algorithm for performing tasks by robotic systems based on the presented models. These models demonstrate a gradual complication of the task execution algorithm depending on the degree of influence of external factors. If in the first mathematically described model, factors influenced and were taken into account only at the initial stage, then in more complex models, external factors first affect the degree of correction of the execution of the task steps only at control points. In the final model, factors already begin to change the algorithms for the execution of the stages (subtasks) of the complex task themselves. Subsequently, the authors will develop this topic, taking more and more complex forms of changing the basic algorithm in order to bring the solution closer to a more intellectually advanced solution variant.

REFERENCES

[1] Stuart Russel, Peter Nordvig. Artificial Intelligence, a modern approach. – 3rd edition. – Prentice Hall. – Pages 1152

[2] Timotheus Kampik, Juan Carlos Nieves, Helena Lindgren. Explaining Sympathetic Actions of Rational Agents // Lecture Notes in Artificial Intelligence. – 2019. – Volume 11763. – Pages 59-76.

[3] Uskenbayeva R., Kuandykov A., Kozhamzharova D., Duisebekova K., Alimzhanova L., Alimanova M., Sarbasova A., Adilzhanova, S. The development of conceptual model of creation of an intelligent system: Application on robotic systems // 1st IEEE International Conference on Robotic Computing, IRC 2017, Taichung, Taiwan. – 2017. – Pages 362-364.

[4] Lujak. M. A distributed coordination model for multi-robot box pushing // IFAC Proceedings. – 2010. – Volume 10. – Pages 120-125.

[5] Murray, R.M. Recent research in cooperative control of multivehicle systems // Journal of Dynamic Systems, Measurement and Control, Transactions of the ASME. – 2007. – Volume 129 (5). – Pages 571-583.

[6] Shiyu Zhang, Andrea Maria Zanchettin, Renzo Villa, Shuling Dai. Real-time trajectory planning based on joint-decoupled optimization in human-robot interaction // Mechanism and Machine Theory. – 2020. – Volume 144.

[7] M.F.Laguna, J.R.Iglesias, Sebastián Gonçalves. Irrational behavior in the adoption of innovations // Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. – 2019. – Volume 535.

[8] Haluk Ozakyo, Cenk Karaman, Zafer Bingul. Advanced robotics analysis toolbox for kinematic and dynamic design and analysis of high-DOF redundant serial manipulators // Computer Applications in Engineering Education. – 2019. – Volume 27, Issue 6. – Pages 1429-1452.

[9] Marian Lupascu, Sofia Hustiu, Adrian Burlacu, Marius Kloetzer. Path Planning for Autonomous Drones using 3D Rectangular Cuboid Decomposition // 23rd International Conference on System Theory, Control and Computing, ICSTCC 2019. – 2019. – Pages 119-124.

Алимжанова Л.М., Карюкин В.И.

Классификационная модель на основе принятия решений

Резюме. Статья описывает формирование классификационной модели системы принятия решений, начиная от простых алгоритмов последовательных операций до сложных систем, в основе которых лежит влияние факторов окружающей среды. Факторы могут как статическими, так и функциональными. Это существенно влияет на траекторию принятия решений, и система становится трудно предсказуемой для разработчиков. Данная особенность соответствует требованиям интеллектуальной системы и подчеркивает отсутствие явно заданного алгоритма.

Ключевые слова: интеллектуальная система, процессы принятия решений, линейный алгоритм, условный алгоритм, рациональная система.

Алимжанова Л.М., Карюкин В.И.

Шешімдерге негізделген жіктеу үлгісі

Түйіндеме Мақалада қоршаған ортаның факторларының әсеріне негізделген жүйелі операциялардың қарапайым алгоритмдерінен бастап күрделі жүйелеріне дейінгі шешімдер қабылдау жүйесінің классификациялық моделін қалыптастыру сипатталған. Факторлар статикалық та, функционалды да болуы мүмкін. Бұл шешім жолына айтарлықтай әсер етеді, ал әзірлеушілер үшін жүйені болжау қиынға соғады. Бұл функция зияткерлік жүйенің талаптарына сәйкес келеді және айқын алгоритмнің жоқтығын баса көрсетеді.

Түйінді сөздер: интеллектуалды жүйе, шешім қабылдау процестері, сызықтық алгоритм, шартты алгоритм, рационалды жүйе.

ӘОЖ 004.9

[1,2]F.U. Malikova, [1]G.A. Omarbekova

([1]Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan,
[2]Kazakh National University named after Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan
E-mail: guldana.omarbekova@mail.ru)

IMPROVE AND OPTIMIZE WEBSITE INTEGRATED BOOTSTRAP 4 TEMPLATE IN DJANGO

Abstract. Combining the Bootstrap 4 template in Django, the web site development and optimization site (www.atu.kz site) provides an overview of the new ways to create a WEB site, methodologies of clarity and convenient delivery of information, peculiarities of Python, Django.

Website is a presentation of the history of our university, its services, its competitive advantages, products, terms of cooperation, etc. let alone talk about it. Developing Web site development technologies, developing web site

algorithms, PHP, Python languages, and capabilities of new software, making the site functional and user-friendly. By using the HTML template in Django, you know how to use static and media content in your template and how to combine it.

As the web site develops, the web page is being modified. Initially, HTML is one of the languages that provides the pages with clear information, which does not take any further action. Gradually, the demand is complicated, and only the knowledge of HTML is not enough to build websites. Creating a good site with the use of various technologies is now a usable tool. HTML, CSS, JavaScript (or VBScript), Flash, PHP (or Perl) and MySQL relational databases are used to create the perfect site for today. Due to the increasing use of technology, you may find that the website has changed for the better.

Key words: web site, template, programming, Django, cascading styles

[1,2]Ф.У. Маликова, [1]Г.А. Омарбекова
([1]Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан
[2]Әл-Фараби атындағы қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан
E-mail: guldana.omarbekova@mail.ru)

DJANGO – ДА BOOTSTRAP 4 ШАБЛОНЫҢ БІРІКТІРІП, УНИВЕРСИТЕТТІҢ WEB – САЙТЫН ЖЕТІЛДІРУ МЕН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Аңдатпа. Django-да Bootstrap 4 шаблоның біріктіріп, университетің web – сайтын жетілдіру мен оңтайландыру атты мақалада WEB сайтты құрудың жаңа жолдары, ақпаратты түсінікті әрі қолайлы жеткізудің әдіс тәсілдері,Python, Django тілдерінің ерекшеліктері жөнінде жазылған.

Сайт – бұл университетіміздің тарихымен таныстыру, қызметтері туралы, оның бәсекелестік артықшылықтары, өнімдері, ынтымақтастық шарттары және т.б. туралы айтуға мүмкіндік береді. Web сайт құру технологиялары туралы түсініктерді қалыптастырып, тармақталған алгоритмдерді, PHP, Python тілдерін, жаңа программалардың мүмкіншіліктерін пайдалана отырып сайттың жұмыс істеу қабілеттерін дамытып, оны пайдаланушыларға қолайлы етіп жасау болып табылады. Django-да HTML шаблонын қолданып, өзіңіздің шаблоныңыздағы статикалық және медиа мазмұнды қалай қолдануға және оны қалай біріктіруге болатындығын білесіз.

Кілтті сөздер: web сайт, шаблон, бағдарламалау, Django, каскадтық стильдер.

Кіріспе

Қазақстан Республикасының Еуразиялық аймаққа кіруі, XXI ғасырға аяқ басуы ел Президентінің «Қазақстан-2030» атты стратегиялық бағдарламасына сәйкес жаңа техника мен технология үдерістерінің дамуы келешекте барлық оқу орындарында білім беру қандай бағытта өрбуі керек деген өзекті мәселе туғызады. Адамзат өркениетінің даму қарқынының негізгі сипатының бірі қазіргі уақытта индустриалдықтан ақпараттық қоғамға өтуі болып отыр. [1] Жаппай компьютерлендіру жаңа ақпараттық технологияларды оқыту саласында, бизнесте, өндірісте, ғылыми зерттеуде және әлеуметтік өмірде кеңінен қолданудың, дамудың жаңа деңгейін жасайды.

Жоғары оқу орындарының сайты бүгінгі таңда білім беру жүйесіндегі ролі ақпараттық білімнің, ақпараттық орта мен адамның өзара қарым-қатынасын үйлесімді етудегі және жаңа ақпараттық қоғамда кәсіпкерлік қызметтің басты құрамды бөлігі болып табылатын ақпараттық бейнесін қалыптастырудағы алатын орнымен қамтамасыз етіледі.

Сайт - тәулік бойы және аптасына жеті күн жұмыс істейтін виртуалды кеңсе. Пайдаланушы кез-келген уақытта «оған» кіріп, өзіне қажетті ақпаратты ала алады:

- Университеттің толық сипаттамасы;
- Байланыс мәліметтері;
- жұмыс уақыты және т.б.

Барлық жастағы адамдар демалып, ғаламторда оқиды, ал мұндай ортада оқу процесінде бүкіләлемдік Интернет үлкен рөл атқара бастады. Осыған байланысты мектеп оқушылары мен студенттерге оқуға көмектесетін көптеген білім беру порталдары пайда болды.Желіде көптеген сайттар бар, сондықтан сапалы және пайдалы білім алу үшін сіз ең қолайлысын таңдауыңыз керек. Сонымен, білім порталдары әлі де пайдалы бола ма?

Білім беру порталының міндеті - адамдарға өз ісінің бәсекеге қабілеттілігін арттыратын, кәсіби тиімділікті арттыратын және өмірді үйлесімді және қызықты ететін білім мен шеберлік дағдыларын алуға көмектесу.

Зерттеудің нысандары мен әдістері

Интернет желісінің дамуына қарай жасалынып жатқан веб-беттің бет-бейнелері өзгеріп отыруда. Алғашында HTML беттерді түсінікті ақпараттарды беріп отыратын, ешқандайда қосымша әрекеттерді орындамайтын тілдердің бірі болып табылады. Бара-бара сұраныс күрделеніп, ендігіде сайттарды құруға тек қана HTML тілін білу жеткілікті емес. Әртүрлі технологияларды қолданып жақсы сайт жасау қазіргі таңда тапсырмас құрал болып отыр. Бүгінгі таңдағы керемет сайтты жасап шығару үшін: HTML, CSS, JavaScript (немесе VBScript), Flash, PHP (немесе Perl) және MySQL реляциялық деректер қоры қолданылады. Технологияның көптеп қолданылуына байланысты веб-сайттың жақсы жаққа өзгергенің көрсе болады. [2, 3]

HTML – бұл программалауды жүзеге асыратын немесе құжатты басқарып отыратын тіл емес. Ол бірінші гипермәтіндік белгілеу тілі.Негізгі мақсаты – мәтіндердіі орналастырып отыру, құрылымдарын тегтер арқылы сипаттап жазу болып табылады.

CSS (Cascading Style Sheets) – каскадтық стильдер кестесі түрінде жазылатын тіл. Бұл веб-беттің мүмкіндігін арттырып отыру үшін қолданылады.

Web-құраушыларға беттердің сыртқы бетін жақсартып отыруға зор мүмкіндіктер береді (қаріп, түс, шегініс, орналасуы, тағы басқа). CSS құжаттардың басты құрылымдарын (мысалы, HTML тілінде жазылған) және оны әрлеудің (CSS-те жазылғанынан) айырмашылықтарын көру үшін жасалып отырған тіл. Осындай әрекеттер арқылы құжаттардың сыртқы беті мен қайталанып отыратын элементтін безендіруде көп пайдасы бар.

Веб-сайттарды құрастыруға қолданатын бағдарламалау тілін екі топтарға бөліп қарауға болады:

Бірінші, сайтты көрушінің компьютерінде, браузерлерінде, орындайтын кодтар жазылады. Осылар бәрімізге таныстау JavaScript, VBScript, Java-апплеттері. Бұл тілдермен жазылған программалар, веб-беттердің кодтарына енгізіледі немесе жеке файлдарға жазылу арқылы веб-беттерден шақырылып отырады.

Екіншісі, веб-серверлерде тұратын, компьютерлерде орындалып отыратын бағдарлама жазылады. Осы топтарға PHP кіреді, және басқа тілдерге қарағанда өзінің қарапайым түрде жазылатындығымен ерекшеленеді. Осы тілдерде программаны жаза отырып C++ немесе Perl тілдері тәрізді файлдық сценарийлеріне қол жеткізу құқықтары, кез-келген модульдерге қол жеткізу жолын көру және т.б. қызметтерді ескермесе болады.[4, 5] PHP программасын тестілеп отыру үшін хостингтік провайдерлерде орналасқан операциондық жүйелерді орнатып отыру қажеттілік тудырмайды.Тура келетін web-серверлерді жүктеу арқылы PHP модульдерін қосып отырса жетеді.

Қазіргі технологияның тез дамуына орай Bootstrap (Twitter Bootstrap деп те аталады) - веб-сайттарды және веб-қосымшаларды жасаудың тегін құралы қолданылады. Веб-пішіндер, түймелер, белгілер, навигациялық блоктар және JavaScript кеңейтімдерін қоса, басқа веб-интерфейс компоненттері үшін HTML және CSS дизайн үлгілерін қамтиды. Ол веб-сайтыныздың әр-түрлі құралда, яғни компьютер, планшет, ұялы телефондарда дұрыс көрсетілуін қадағалайды.

Django шаблондар жүйесі Python және HTML кодтарын бөлудің жолын ұсынады.

Django - танымал веб-шеңбер. Оны AngularJS, ReactJS, VueJS сияқты алдыңғы қатарлы тілдермен қолдануға болады. HTML кодында шаблондар мен сүзгілерді қолдана аламыз. Бұл бізге деректерді HTML-де қолдануға мүмкіндік береді.

Бұл зерттеуде біз өзіміздің жасаған сайтымыздың Bootstrap 4 шаблонын қолданамыз . Тәжірибе мақсатында сіз өзіңіз таңдаған әртүрлі шаблондарды пайдалана аласыз.

Django шаблонын және статикалық жолдар каталогын өзгертіңіз.

Барлық шаблонды қолданбалар қалтасында ұстаудың орнына, жеке қалтаны жасаған ыңғайлы және барлық қосымшалардың шаблонын сақтаған дұрыс.

Шаблондар деп аталатын *шаблон* қалтасын және manage.py файлы деңгейінде *static* деп аталатын *templates* қалтаны жасаңыз.

Біздің жобаның схемасы келесідей болуы керек -

,

```
 J── django_shop (settings.py, urls.py, wsgi.py, ...)
 Manage── manage.py
 Media── СМИ
 Static── статикалық
  └── шаблон
```

Енді біз шаблонды және тұрақты қалтаны жасадық, біз Django жобамызға сол шаблонның жолы және біздің статикалық орналасқан жер туралы айтуымыз керек. Сонымен, сіздің settings.py файлыңызға осы жолды қосыңыз

```
Шаблон = [
    {
 'BACKEND': 'django.template.backends.django.DjangoTemplates',
'DIRS':
[BASE_DIR + '/ templates /',], # <- мұнда
 'APP_DIRS': шың,
 'Опция':
{ 'context_processors':
['Django.template.context_processors.debug',
'Django.template.context_processors.request',          'Django.contrib.auth.context_processors.auth',
            'django.contrib.messages.context_processors.messages',
          ],
       },
    },
]

# Статикалық файлдар (CSS, JavaScript, Сурет)
#https://docs.djangoproject.com/en/2.2/howto/static-files/
STATIC_URL = '/ static /'
STATICFILES_DIRS = (
    os.path.join (BASE_DIR, 'static'),
)
STATIC_ROOT = os.path.join (BASE_DIR, 'staticfiles')
```

Ескерту - шаблондар қалтасында барлық HTML файлдарын және CSS, JavaScript, Image статикалық қалтасында сақтаймыз.

Біздің Django-ның ең жақсы тәжірибесін орындасақ :

- параметрлер файлын баптау

-джангодағы шаблонды біріктіру

GitHub- тен Bootstrap 4 шаблонымызды жүктеп аламыз

git https : // github . com / studygyaan / Bootstrap - Блог - шаблон . git

Шаблон құрылымы келесідей болады:

```
 шаблон
    Index── index.html
    ├── css
       Custom── custom.css
    ├── js
       Custom── custom.js
    Im── img (сурет ..)
```

Барлық css, js, кескін және статикалық мазмұнды біз бұрын жасаған тұрақты қалтаға салу арқылы шаблон мазмұнын бөліп алайық . *Барлық тұрақты мазмұн тұрақты қалтаға салынуы керек* .

Сіздің тұрақты қалтаңыз келесідей болады -

```
статикалық
  . Css
      └── Custom.css
  ├── js
      └── Custom.js
  G img (суреттер ..)
```

Шаблондар қалтасына көшейік. Үлгілер қалтасында *index.html* көшіріп , оны *base.html деп өзгертіңіз* .

Статикалық мазмұнды жүктеу үшін оны шаблонымызға салу керек. *Base.html файлын* өңдеңіз және жоғарыдан жоғары жағына *төменгі әріп* кодын қосыңыз <!DOCTYPE html>.

{% load static%}

Енді {% static ' ' %}статикалық қалтадағы барлық суреттерді, js және CSS-ті жүктеу үшін статикалық команданы қолдану керек.

Осыны тұрақты қалтадан жүктеліп жатыр делік, мысалы, *css /custom.css* . Сіз href осылай өзгертуіңіз керек -

<link rel = "stylesheet" href = "css / custom.css">

<link rel = «стилдер кестесі» href = «{% static 'css / custom.css'%}»>

Сол сияқты, сіз тұрақты қалтадан жүктелетін барлық тегтер үшін *(скрипт,img,сілтеме)* href өзгертесіз:

<script src = "{% static 'js / custom.js'%}"> </ script>

<img src = "{% static 'img / Django-Post2.png'%}">

<link rel = "icon" href = "{% static 'img / favicon.ico'%}" />

<link rel = "stylesheet" href = "{% static 'css / custom.css'%}">

Ескерту - CDN-ден мазмұнды жүктеу мүмкін болмайды.

Шаблонды жүктеу үшін қарапайым TemplateView қолданайық. *URL мекенжайын* өңдеңіз және жолды қосыңыз.(1-сурет)

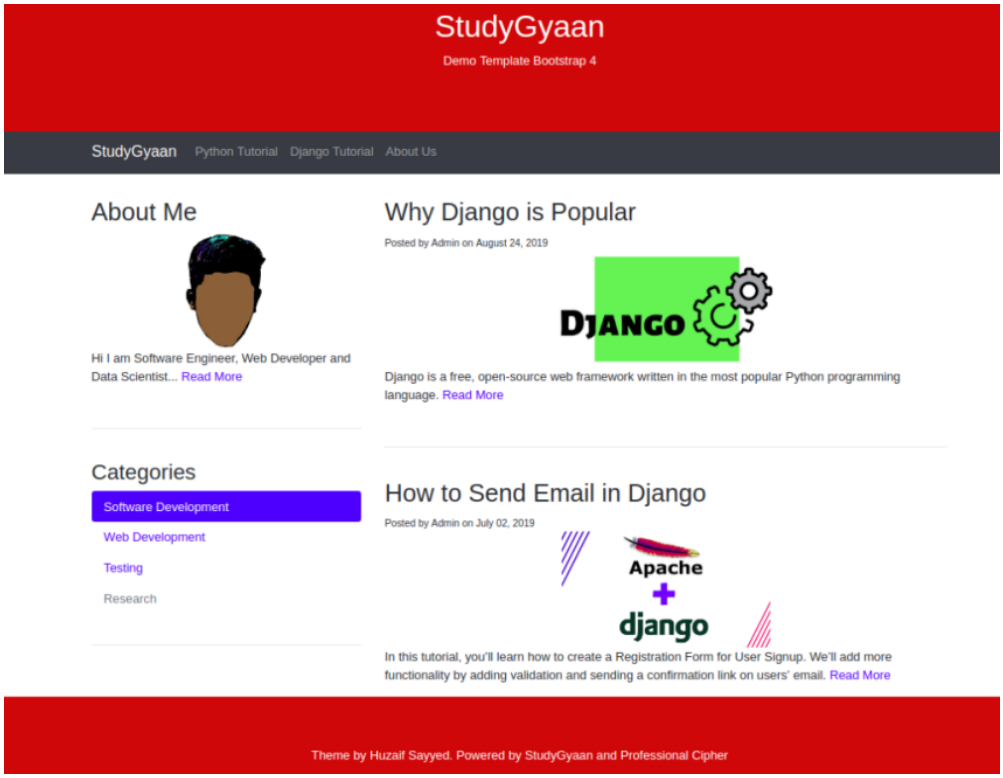
django.contrib импорттау әкімшісінен

django.urls-дан импорт жолынан

django.views.generic TemplateView импорттауынан

urlpatterns = [жол ('admin /', admin.site.urls),

жол (", TemplateView.as_view (template_name = 'base.html')),]



1-сурет. Django – да Bootstrap 4 шаблоның біріктіру

Қорытынды

Қорыта келгенде, сайтты құру технологияларын қолдана отырып тұтынушыны қызықтыра білу керек. Web сайт құруда бірнеше PHP, Python құжатын қалыптастыру үшін, бірқатар қарапайым ережелерді басшылыққа алудың өзі жеткілікті:

- Web–парақтағы мәліметтерді орналасуы қарапайым әрі логикалық түрде қарап шығуға, оқуға ыңғайлы болуы тиіс.
- Бір суреттен кейін бірден екінші сурет орналаспағаны дұрыс, олардың ара қашықтарын біркелкі етіп, араларында мәтіндік ақпараттар берген дұрыс.
- Ақпарат бөліктерге бөлініп берілсе, оларды оқу, түсіну жеңіл болады.
- Егер Web–парақ үлкен болса онда құжат бөліктеріне жылдам ауысуға мүмкіндік беретін сілтемелер жасау қажет.

Web–парақтары кең ауқымды тұтынушыларға арналған, сондықтан PHP құжаттарын әзірлеген кезде осы ерекшеліктері ойдан шығармау керек.

Web–парақты серверге орналастыру және оны тестілеуден өткізу, жұмыстың соңғы қадамдары деп есептеледі.

Серверге өз Web–парақтараңызды орналастыру алдында оларды тест арқылы тексеріп алған жөн. Жасалған құжат алғашқы тексеруді, яғни «жергілікті тексеруді» өзініздің қатті дискіңіздің аумағында өтуі тиіс. Тексеру кезінде әр түрлі броузерлерді пайдаланған абзал. Олардың бір-біріне айырмашылығы әжептеуір болуы ықтимал.

Web–құжатты тескеруден өткізу кезінде мынадай жайттар есте болсын:

1. Емле қателерін тексеру;
2. Навигацияны (ауысуларды) тексеру;
3. Сыртқы файлдармен қатынасу тәсілдерінің дұрыстығын тексеру;
4. Құжаттын жүктелу уақытының шамадан тыс ұзақ болмағанына көз жеткізу.
5. Басқа кісілерден сіздер жасаған Web–парақтарды қарап шығуын қамтамасыз ету.

Сонымен PHP-файлдарының жетістігі деп мыналарды атап кетуге болады:

- o аз ақпараттық көлем;
- o кез келген дербес компьютерден көру мүмкіндігі;
- o интерактивтілігі.

ӘДЕБИЕТ

[1].Цифрлы Қазақстан.[Электронды ресурс]- ресми сайты http://adilet.zan.kz

[2].Шмитт К. Рецепты программирования CSS. Cookbook. - СПб.: БХВ-Петербург, 2010. - 656 с.

[3].Самойлов Е.Э. Web-дизайн для начинающих. Практическое руководство, 2009.

[4].Полубояров В.В. - Использование MS SQL Server 2008 Analysis Services для построения хранилищ данных

[5].Мэтиз Эрик, М54 Изучаем Python. Программирование игр, визуализация данных, веб-приложения. — СПб.: Питер, 2017. — 496 с.: ил. — (Серия «Библиотека программиста»).

[6]Владимир Дронов. Django 2.1. Практика создания веб-сайтов на Python

[7] Test-Driven Development with Python: Obey the Testing Goat: Using Django, Selenium, and JavaScript //2017 – Vol. 16, 2. – P. 219-2377

[8] Django for Beginners: Build websites with Python and Django Kindle Edition // 2018.

[9] Форсье Д., Биссекс П., Чан У. Django. Разработка веб-приложений на Python // High Tech. – 2009.

[10] Владимир Дронов. Django: Практика создания Web-сайтов на Python // БХВ-Петербург.–2016.

[11] Крис Аквино, Тодд Ганди. Front-end. Клиентская разработка для профессионалов. // Питер– 2017.

[12] Никольский А.П. JavaScript на примерах //Наука и техника – 2017.

[13] А. Хрусталев, А. Кириченко «HTML5 + CSS3. Основы современного WEB-дизайна»

[14] Майкл Моррисон, Линн Бейли «Изучаем PHP и MySQL»

[15] Сильвио Морето. Bootstrap в примерах // Москва –2017

Маликова Ф.У., Омарбекова Г.А.

Улучшение и оптимизация веб- сайта с интегрированием шаблона Bootstrap 4 в Django

Резюме. В статье описываются новые способы создания веб-сайта, способы передачи информации понятным и удобным способом, а также особенности языков Python и Django. Существуют способы разработки концепции технологий веб-сайтов, разработки функциональных возможностей веб-сайта с использованием разветвленных алгоритмов, языков PHP, Python и новых возможностей программного обеспечения.

Ключевые слова: веб-сайт, шаблон, программирование, Django, каскадные стиля

УДК 519.68:331.7

[1]Y.V. Meshcheryakova, [2]A.K. Tulekbayeva, [2]A.A. Toktabek
(Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus, klmam85@mail.ru
South Kazakhstan State University named after M. Auezova, Shymkent, Republic of Kazakhstan, tulekbaeba@mail.ru)

THE ROLE OF THE INFORMATION ECONOMY IN THE NEW CONCEPT OF HUMAN RESOURCES MANAGEMENT

Abstract. With the increase in the speed of development of informatization of society, there is a clear transition from the employee, both the management object to the employee, both the object and the management subject. There comes an understanding that the basis for competition in the market is the struggle for human resources. The struggle for resources has already moved from the sphere of competition to the sphere of politics. A new society has formed on a global scale, based on information, intelligence, interest. A new concept of personnel management is being developed, based on far-reaching forecasts of the development of the organization and its environment - strategic personnel management. The information economy is the foundation of the information society, which means that young people have appeared with a fundamentally new way of thinking - bright personalities aimed at results, creativity and constant dynamics. More and more you can meet businessmen (and business women) creating organizations of a new type, where not those employees who work according to the accepted template or wait until they are told what to do are valued, but employees who work with interest for the overall (and personal) result, employees with pleasure working in a team, which implies the transition to personnel management on innovative principles. The article discusses the problems associated with the formation of an organizational culture in modern conditions of development of information technology, the solution of which allows us to effectively introduce new approaches to personnel management in the information economy into the practice of companies.

Keywords: human resources, information economy, personnel, personnel management system, efficiency, concept, strategy, management, value orientations, corporate culture, automated systems, information and legal systems, software, artificial intelligence, risk

[1]Е.В.Мещерякова, [2]А.К.Тулекбаева, [2]А.А.Токтабек
(Белорусский государственный технологический университет, Минск, Республика Беларусь, klmam85@mail.ru
Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Республика Казахстан, tulekbaeba@mail.ru

РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ В НОВОЙ КОНЦЕПЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ

Аннотация. С усилением скорости развития информатизации общества наблюдается явный переход от работника, как объекта управления к работнику, как объекту, так и субъекту управления. Приходит понимание того, что основу конкурентной борьбы на рынке составляет борьба за человеческие ресурсы. Борьба за ресурсы уже перешла из сферы конкурентной борьбы в сферу политики. В мировом масштабе сформировалось новое общество, в основе которого информация, интеллект, интерес. Идет становление новой концепции управления персоналом, основанную на далеко идущих прогнозах развития организации и ее окружения - стратегический менеджмент персонала. Информационная экономика является основой информационного общества, а это означает, что появились молодые люди с принципиально новым мышлением – яркие личности, нацеленные на результат, творчество и постоянную динамику. Все больше можно встретить бизнесменов (и бизнес-леди) создающих организации нового типа, где ценятся не те сотрудники, которые работают по принятому шаблону или ждут, пока им скажут что делать, а сотрудники, работающие с интересом, на общий (и личный) результат, сотрудники, с удовольствием работающие в команде, что предполагает к переходу к управлению персоналом на инновационных принципах. В статье рассматриваются проблемы, связанные с формированием организационной культуры в современных условиях развития информационных технологий, решение которых, позволяет эффективно внедрять в практику работы компаний новых подходов к управлению персоналом в рамках информационной экономики.

Ключевые слова: человеческие ресурсы, информационная экономика, персонал, система управления персоналом, эффективность, концепция, стратегия, менеджмент, ценностные ориентации, корпоративная культура, автоматизированные системы, информационно-правовые системы, программное обеспечение, искусственный интеллект, риск.

С усилением скорости развития информатизации общества наблюдается явный переход от работника, как объекта управления к работнику, как объекту, так и субъекту управления. Приходит понимание того, что основу конкурентной борьбы на рынке составляет борьба за человеческие ресурсы. (Борьба за ресурсы уже перешла из сферы конкурентной борьбы в сферу политики). В.И. Маслов считает, что сформировалось новое общество, в основе которого информация, интеллект, интерес [1]. Ученый говорит о новой концепции управления персоналом, основанную на далеко идущих прогнозах развития организации и ее окружения - стратегический менеджмент персонала.

Информационная экономика является основой информационного общества, а это означает, что появились молодые люди с принципиально новым мышлением – яркие личности, нацеленные на результат, творчество и постоянную динамику[2,3]. Все больше можно встретить бизнесменов (и бизнес-леди) создающих организации нового типа, где ценятся не те сотрудники, которые работают по принятому шаблону или ждут, пока им скажут что делать, а сотрудники, работающие с интересом, на общий (и личный) результат, сотрудники, с удовольствием работающие в команде, что предполагает к переходу к управлению персоналом на инновационных принципах.

Многие руководители игнорируют изменение ценностных ориентаций работников, не работают со стратегически ценными человеческими ресурсами, не создают ту корпоративную культуру, которая позволяет проявлять себя работникам сотрудниками, с теми, с кем организация могла бы связывать свое будущее[4]. Не все еще поняли, что авторитарный стиль управления и инновационная среда плохо совместимы. К сожалению – организации с такими руководителями не выдержат конкурентной борьбы, которая разворачивается сейчас уже в сфере борьбы за персонал. А чем сложнее система, тем менее она принимает традиционно принятый авторитарный стиль управления. Или творчество и активность – или жесткое, директивное управление. В первом случае персонал рассматривается, как внутренний потребитель, так как только высококвалифицированный мотивированный, творчески активный персонал, способен принимать решения, направленные на достижение общих целей, умеет гибко реагировать на внешнюю среду и способен создать устойчивые преимущества организации. Таким образом, необходимо формирование такой организационной культуры, которая позволяет получить устойчивый положительный синергетический эффект[5].

Рассмотрим проблемы, связанные с формированием эффективной организационной культуры в современных условиях информатизации экономики.

1. Требуется изменение ценностных установок, как руководителей, так и персонала.
2. Изменение организационной культуры или ее формирование в новой организации – это длительный процесс, как изменение любой ментальной модели. Ценности не подвержены быстрым изменениям. Привычные модели поведения и мышления легче формировать, чем менять. Чем дольше они используются, тем сильнее сопротивление при их изменении.
3. Необходимость четкой последовательности действий, постоянная демонстрация приверженности высшего руководящего состава декларируемым ценностям.
4. Тщательный поиск персонала с инновационными возможностями должен сочетаться с развитием потенциала уже существующего персонала и возможностями постоянной его трансформации ввиду меняющихся требований окружающей среды.
5. И, как всегда, нет финансовых ресурсов и ощущается нехватка профессионалов, квалифицированных работников.

Рассмотрим – как меняет систему управления персоналом информатизация общества послойно.

Первый слой – автоматизированные системы управления персоналом. Это самый простой и понятный слой, который тоже уже не везде есть, но все понимают, что без этого уже обходиться с каждым годом все тяжелее.

Информационные технологии, связанные с персоналом можно разделить на следующие группы:

- интернет-технологии, к которым относятся – программное обеспечение, веб-сайты, электронная почта, программы обмена информацией;
- технико-аппаратное обеспечение – все части компьютера, факсы, теле-, видео связь;
- специализированное программное обеспечение – ERP-системы, используемые в системе управления персоналом, информационно-правовые системы, отдельные специальные программы [6].

Программное обеспечение системы управления персоналом представлено, в том числе следующими программами: «Фараон», «1С: Персонал», «АиТ:\Управление персоналом», «Quinyx

WorkForce», «БООС-Кадровик», Renaissance CS Human Resources, RB HR & Payroll и др. Каждая их этих программ имеет свои преимущества и используется на предприятиях и в организациях[7].

HRM используется для электронного найма сотрудников, электронного обучения, электронных баз данных по каждому работнику, что позволяет отслеживать каждый его шаг (знания, навыки, уровень профессиональной подготовки, перечень выполненных работ, сведения об оплате труда, оценка эффективности труда, медицинские и дисциплинарные записи), а также выйти на совершенно новый уровень коммуникационных технологий между сотрудниками и отделами. Автоматизируют и планирование персонала и построение карьеры и даже выстраивание мотивационных систем. И автоматизация продолжается, появляются автоматизированные системы по управлению персоналом с использованием искусственного интеллекта. Этот следующий пласт – не такой распространенный, но за ним будущее – искусственный интеллект и управление персоналом. По данным портала hh.ru 11% работодателей в России уже используют искусственный интеллект при работе с персоналом, около 50% изучают эту тему. Используют: Coca Cola HBC Россия, PepsiCo, IKEA Retail Россия, МТС, тестируют Билайн, Альфа-Банк, Эльдорадо, Сбербанк и т.д. [8].

Как правило, чаще всего пока используются продукты с элементами искусственного интеллекта по проведению электронного рекрутмента – «Робот Вера», «Виртуальный рекрутер». Данные чат-боты определяют целевую аудиторию, ищут резюме, созваниваются, проводят первичное собеседование, фиксируют результаты, назначают время для встречи с HR-специалистом, напоминают о ней, выдают заключение по полученной информации. Кроме этого, они не забывают обзвонить тех, кто не прошел собеседование и ведут базу данных, постоянно обновляя ее и проводя повторный поиск по ней в случае необходимости.

Также искусственный интеллект уже сейчас может использоваться не только для найма, но и при сопровождении кандидата до устройства на работу, адаптации персонала, обучении, оценке и даже при формировании и организации работы проектных команд. Снимается субъективность, при использовании искусственного интеллекта нет места «интуиции». Риски – систематизация и хранение, а из этого вытекает – возможность использования очень важной для организации информации. Далее – необходимость настройки и адаптации чат-ботов под определенную организацию, ее проблемы, культуру, специфику менеджмента.

А теперь – о последствиях информатизации общества. Все меньше непосредственного взаимодействия, все больше дистанцирования и далее – виртуальная организация или работа на дому. В настоящее время в мире около 50 млн человек работают на дому время от времени и около 3 млн – постоянно. И эти цифры растут очень быстро [9].

На рынке труда существует ряд значительных предпосылок для перехода специалистов на удаленную работу. Основные причины этих процессов следующие:

1. Развитие технологий. Технические возможности и средства для организации работы с человеком вне офиса в режиме реального времени сегодня получили развитие. Существует множество средств и программ для обеспечения коммуникации, контроля, отчетности. Эта отрасль развивается, постоянно дорабатывается и улучшается.

2. Желание специалистов работать удаленно. Все больше высококвалифицированных специалистов предпочитает трудиться удаленно, предпочитая свободу выбора места для работы, тем самым обеспечивая высокую продуктивность своей деятельности. В качестве дополнительных бонусов – экономия личного времени на проезд.

3. Присутствуют обстоятельства, вынуждающие работать в удаленном формате. Например, переезд сотрудника на другое место жительства. Если работник ценен для компании, предложение удаленного сотрудничества является оптимальным вариантом для сохранения трудовых взаимоотношений. Удаленный формат также рассматривается при поиске узкого специалиста, живущего, возможно, в другой стране. Это позволяет не только находить *наиболее компетентных специалистов*, но и экономить на их заработной плате, потому что, как известно, заработная плата у представителей одной и той же профессии с примерно одинаковым опытом может отличаться в несколько раз, в зависимости от того, где они живут. Во многом именно на этом построен бизнес всех компаний, работающих на рынке оффшорного программирования

4. Необходимость оптимизации расходов на офис. В условиях регулярных кризисов и потрясений на рынке хороши любые средства повышения эффективности. *Экономия* на обеспечении рабочего места своего сотрудника, начиная с оборудования и заканчивая платежами за электроэнергию, доступ в интернет, аренду большего по размеру помещения и т.д. Можно посчитать

при этом дополнительные расходы, которые при этом компенсируются во многих организациях (транспорт, мобильная связь и т.п.), а также совершенно обязательные атрибуты офисной жизнедеятельности - чай, кофе, печенье, канцелярские товары и т.д.

5. Ещё одним несомненным плюсом удалённой работы с точки зрения работодателя можно считать увеличение продуктивности оставшихся в офисе работников после переведения части сотрудников на удаленный режим. Механизм этого достаточно прост: меньшее количество людей производит меньше шума, меньше разговоров и прочих отвлекающих факторов.

Чаще всего удаленно работают сотрудники средств массовой информации (журналисты, верстальщики, корректоры, редакторы), программисты, переводчики, пиарщики, бухгалтеры, фотографы, консультанты в интернет-магазинах, сотрудники кол-центров, менеджеры. Есть и педагоги: они могут учить иностранным языкам по скайпу, дополнительно заниматься со школьниками по разным предметам и готовить их к ЕГЭ.

Наиболее простой и наиболее распространённый вид - это удалённая работа по контракту (дистанционная работа). От работы в офисе она отличается тем, что работник выполняет возложенные на него трудовым договором обязанности не на своём рабочем месте, а дома. Достаточно часто встречается вариант "частично удалённой" работы, когда сотрудник появляется в офисе только тогда, когда в этом возникает реальная необходимость.

Другим вариантом работы является фриланс. Под этим термином сегодня понимается способ заработка, при котором специалист выполняет разовые или сравнительно редкие заказы, поступащие от различных заказчиков, не подписывая при этом с ними контрактов или договоров, подразумевающих долговременные трудовые отношения. Фриланс распространён в тех областях, где достаточно просто разделить большой проект на несколько частей, и поручить небольшую часть специалисту, который отсутствует в организации в силу небольшого штата сотрудников или отсутствия необходимости в регулярном решении подобного рода задач. Несмотря на явные отличия между ними, они имеют в себе много общего с точки зрения работодателя

Риски удаленной работы. Самым сложным вопросом, касающимся удаленной работы, является вопрос о *контроле* деятельности работников. В отличие от офиса, где работник всегда на виду, и где руководитель может буквально заглядывать ему в монитор, – проконтролировать, чем именно занят работник дома, достаточно сложно.

Как правило, ему поручают выполнение таких заданий, которые не слишком критичны в плане времени, то есть, работать удалённый работник вполне может в любое удобное для него время дня или даже ночи. Правда, стоит отметить, что и схема с заданиями не всегда является достаточно эффективной - всё зависит от характера деятельности сотрудника.

По-настоящему серьезной проблемой при активном использовании удаленной работы в организации являются *коммуникации между руководителем и сотрудниками.* Если сотрудники действительно далеко друг от друга, проблема может возникнуть, если они живут в разных часовых поясах, а также из-за индивидуальных особенностей каждого из них. Многие из них предпочитают работать не в рабочее время, а многие просто не имеют возможности работать в том же режиме, что и офисные работники, из-за каких-либо семейных обстоятельств. Таким образом, руководитель, отправив работнику задание по электронной почте, не может быть уверен, что тот прочитает полученное письмо в достаточно сжатые сроки, и оперативно выполнит поставленные перед ним задачи.

По той же причине уменьшается и скорость коммуникации между удалённым сотрудником и его сослуживцами, с которым он вынужден обмениваться информацией в силу рабочей необходимости. Многие работодатели выставляют в качестве одного из условий для удалённых работников постоянное присутствие онлайн в одной из систем быстрого общения. Поэтому удаленным сотрудникам стараются поручать работу, не требующую большого объёма коммуникаций с другими сотрудниками и позволяющую им выстраивать самостоятельно график работы. Создайте профайлы своих сотрудников, которые будут доступны всем работникам компании. Укажите в них часовые пояса, графики работы, каналы доступа.

Отдельно стоит указать существование такой проблемы, как *обеспечение информационной безопасности организации* при использовании труда удалённых сотрудников. Угроза утечек информации через удалённых работников достаточно высока, поскольку специалисты, отвечающие за информационную безопасность организации, не имеют возможности применить весь арсенал тех технических средств и политик, с помощью которых обеспечивается безопасность на рабочих

станциях в офисе[10].

Самым первым и самым важным этапом решения данной проблемы является тщательный отбор заданий линейными руководителями в соответствии с политикой безопасности организации, экспертиза отдела информационной безопасности, инструктаж удаленных работников в сфере информационной безопасности и обязательное включение соглашения о неразглашении получаемых от работодателя данных для всех удалённых работников, как контрактников, так и фрилансеров.

В отдельных случаях, когда на режим частично удаленной работы приходится переходить кому-то из ответственных работников, необходимо использовать специальные технические решения, которые позволяют специалистам по безопасности контролировать, каким образом сотрудник, работающий дома, обращается с корпоративными документами. Единственная сложность - это внедрение компонента DLP-системы, собирающего информацию, на ноутбук удаленного сотрудника.

В целом, в общем случае, гораздо удобнее просто не давать в руки того, кто работает удалённо, ценных конфиденциальных документов, чем следить вручную за тем, что тот с ними делает. А применять endpoint-решения лучше в тех случаях, когда работник со своим лэптопом все-таки периодически заглядывает в корпоративный офис.

При постановке задач удаленным работникам целесообразно использовать единую в рамках всей организации систему управления задачами, которая позволит прозрачно отслеживать не только порученные данному работнику задания, но и их готовность. Подобных систем на рынке сегодня существует достаточно много. Часть из них доступны как SAAS-решения, часть могут быть специально установлены на корпоративный Web-сервер. Контракт или другой тип договорных отношений поможет обезопасить обе стороны от невыполненных обязательств и внезапных исчезновений.

Еще одна большая проблема, о которой только начинают задумываться – *потеря лояльности персонала – как следствие потери идентификации с компанией*. Многие начинают рекомендовать один день в неделю собираться в офисе всем работникам и решать общие проблемы, связывая свою деятельность с определенными общими правилами и традициями. Трудно передать общую корпоративную культуру и ценности. Каждый член вашей организации должен чувствовать свою сопричастность к ней – это и гордость за свою работу и азарт и вдохновение, что невозможно получить при дистанционной работе.

Все шире распространяется работа в виртуальных командах. Они могут состоять только из работников одной организации или из организаций-партнеров, поставщиков, клиентов. Это могут быть временные команды для короткого проекта, долговременные для серии взаимосвязанных проектов, так и постоянные команды. Но всегда работу в команде отличает высокая гибкость и динамизм. Одно из преимуществ виртуальной команды состоит в том, что ее состав может быстро меняться, в зависимости от выполняемых задач и возникающих проблем. И успех виртуальной команды в первую очередь зависит от правильного подбора членов команды, от коммуникаций и работы с информацией и от навыков взаимодействия и работы в команде. Также очень важна роль лидера, как и в обычной команде – распределение ролей, постановка целей и задач, зон ответственности каждого.

Риски виртуальных команд:

- кто-то из членов команды решает ее покинуть или отказывается участвовать в новом проекте.
- как и при стандартной работе на дому – вопрос с исполнительской дисциплиной (который при работе команды решается проще – за счет самоконтроля команды) и лояльностью персонала – тоже больше контроля.
- общение в виртуальной команде всегда менее эффективно, чем личные встречи. Конференции в скайпе должны быть определены графиком.

Выводы. Исследования основных проблем, связанных с формированием эффективной организационной культуры в современных условиях информатизации экономики показывает, что необходимы коренные сдвиги в ценностных установках, в моделях взаимодействия, как руководителей предприятий, так и их подчиненных в рамках новых организационных культур предприятий, что предполагает учет ценностей нашего общества при творческой адаптации (а не бездумном копировании) зарубежных концепций управления персоналом. Основной вопрос стар как мир – бытие определяет сознание или сознание определяет бытие – или должна быть создана (у нас хорошо получается, если она спущена сверху) ситуация, заставляющая перестраивать все процессы в системе функционирования организации и тогда изменятся ценности и модели поведения или ждать, пока эволюционным путем

изменится психология людей и тогда соответственно будут меняться и процессы. Каким путем пойдет организация – зависит еще и от времени, которое есть у руководства. Если времени нет – то инициатива идет сверху, идет перестройка, инициируемая руководством и под его контролем.

Если высший менеджмент заметил признаки стратегических негативных тенденций и есть время для их преодоления – то самый надежный и полный путь – постепенные эволюционные изменения с вовлечением в них большого числа сотрудников. Люди, работающие в организации, должны стать соучастниками перемен, а не наблюдателями.

Таким образом, новые тенденции в управлении персоналом в условиях информационной среды требуют коренных изменений, как в нашей стране, так и в странах Евразийского Экономического Союза, так как существование в едином экономическом пространстве предполагает свободное перемещение человеческих ресурсов на этой территории, и та страна, которая быстрее осознает преимущества новой концепции информационной составляющей в стратегическом менеджменте персонала, будет более привлекательна для работников, а следовательно, перетягивать к себе наиболее производительные человеческие ресурсы.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Маслов В.И. Стратегическое управление персоналом в XXI веке / Москва: Эксмо, 2002 – 80 с.

[2] Туфетулов А.М. Информационная экономика и информационное общество //Актуальные проблемы экономики и права. 2007. №3. –С. 39-46.

[3] Корнейчук Б. В. Информационная экономика. Учебное пособие.- СПб.: Питер,2006.-400 с.

[4] Ярахмедова А.С. Проблемы формирования организационной культуры на предприятии//Вопросы структуризации экономики. 2018. №4. –С.99-102.

[5] Стоянова В.А. Оценка влияние организационной культуры предприятия на эффективность производственной деятельности// Менеджмент в России и за рубежом. -2005.-№1. –С.3-9.

[6] Кукарцев В.В. Использование информационных технологий в сфере управления персоналом // Менеджмент социальных и экономических систем. -2017. -№3 – С.62-65.

[7] Илюшникова Е.К., Илюшников К.К. Инструменты автоматизации процесса управления персоналом в коммерческой организации // Креативная экономика. -2019. - Том 13. - № 7.- С. 1443-1456.

[8] Лебедева Т.Е., Егоров Е.Е. HR: тенденции развития в цифровой экономике /Московский экономический журнал. 2018. №5 – С.423-430.

[9] Димитриева, Зифа. Школа менеджмента. Книга практикующего руководителя и бизнес-тренера /Зифа Димитриева. – СПб.: Речь, 2008.–234 с.

[10] Ортыков А.У. Обеспечение информационной безопасности предприятия от несанкционированного доступа [Текст] // Технические науки: традиции и инновации: материалы III Междунар. науч. конф. (г. Казань, март 2018 г.).-Казань: Молодой ученый, 2018. - С. 22-24. - URL https://moluch.ru/conf/tech/archive/287/13552/(дата обращения: 14.12.2019).

Мещерякова Е.В., Тулекбаева А.К., Токтабек А.А.

Адам ресурстарын басқарудың жаңа концепциясындағы ақпараттық экономиканың рөлі

Түйіндеме. Бұл мақалада қазіргі заманғы ақпараттық технологиялардың даму жағдайында ұйымдық мәдениеттің қалыптасуымен байланысты мәселелер талқыланады, оларды шешу компаниялардың тәжірибесіне ақпараттық экономикада персоналды басқарудың жаңа тәсілдерін тиімді енгізуге мүмкіндік береді.

УДК 678

M.J. Kvashnin, I.S. Bondar, M.M. Shekeybayeva

(Kazakh Academy of Transport and Communications. M. Tynyshpayev (KazATC) in Almaty, Kazakhstan).

E-mail: kvashnin_mj55@mail.ru; ivan_sergeevich_08@.mail.ru; molya_9696@mail.ru.

REINFORCEMENT OF CONCRETE STRUCTURES WITH NON-METALLIC REINFORCEMENT

Abstract. The possibility of using composite reinforcement in internal reinforcement of building structures as an alternative to traditional methods of increasing the stability of buildings and structures in the construction sector of the Republic of Kazakhstan is substantiated. The physical and mechanical characteristics of composite reinforcement with the results of calculations of reinforcement according to the criteria of equal strengths and equal deformations are given.

Keywords: polymer materials, carbon fiber, composite reinforcement.

М.Я. Квашнин, И.С. Бондарь, М.М. Шекейбаева
(Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева,
Алматы, Республика Казахстан)

АРМИРОВАНИЕ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ АРМАТУРОЙ

Аннотация. Обоснована возможность применения композитной арматуры при внутреннем армировании строительных конструкций как альтернатива традиционным методам повышения устойчивости зданий и сооружений в строительном секторе Республики Казахстан. Приведены физико-механические характеристики композитной арматуры с результатами расчетов армирования по критериям равных прочностей и равных деформаций.

Ключевые слова: полимерные материалы, углеродное волокно, композитная арматура.

Введение

Первые опыты по использованию композитов для изготовления строительных арматур прошли в Германии в 80-ых годах прошлого века. Опыт оказался положительным и сейчас в ряде стран выпускают различные виды композитных арматур.

Использование композитной арматуры (ПАВ) в Европе началось в Германии, при постройке автодорожного моста из преднапряженного ПАВ в 1986 году (Meier 1992).

Вплоть до середины 90-х годов в Японии наиболее широко использовалась композитная арматура, на тот момент насчитывалось более 100 коммерческих проектов с ее применением.

В Азии Китай стал крупнейшим потребителем композитной арматуры, используя ее в новых конструкциях, начиная от мостовых настилов до проведения подземных работ.

При постройке моста Headingley в Манитобе (Канада) была использована углепластиковая и стеклопластиковая арматура (Rizkalla 1997);

При постройке моста на Kent County Road No10 была использована углепластиковая арматура для армирования зон отрицательного момента (Tadros et al. 1998).

Основным мотивом их применения является высокая удельная прочность при малом весе, полное отсутствие коррозионных повреждений, а также большие технологические возможности при изготовлении широкого спектра изделий.

Вариации исходных волокон обеспечивают широкий спектр характеристик итоговых изделий. В производстве композиционных арматурных стержней используются различные синтетические волокна [1].

Технология производства композитной арматуры

Технология изготовления высоко наполненных волокном композиционных деталей с постоянной поперечной структурой (Пултрузия) подразделяется на несколько видов:

• Классические стержни с песчаной обсыпкой (рис 1);

• Гладкий стержень, на который навивают пропитанный жгут для придания ребристости. Минус в том, что ребрение сползает со стержня при вырывании его из слоя бетона (рис 2);

• Гладкий стержень с внутренним ребрением. Перед входом в фильеру жгут оплетается жертвенным жгутом. После выхода из фильеры, жертвенный жгут сматывается, что дает канавку в стержне – т.н. внутреннее ребрение (рис 3);

• «Двухслойный стержень». На поверхность готового стержня наносится более рыхлый наружный слой, который оплетается пропитанным жгутом для придания ребристости. Преимущество в том, что реализуется высокая прочность центральной части и достигается хорошее сцепление ребрения с центральной частью за счет среднего рыхлого слоя (рис 4) [2].

Методы формования непултрузионных стержней:

• Жгут проходит пропитку в ванночке, затем на него наносится песчаная обсыпка. Используются связующие с медленным набором прочности. В результате, в течение некоторого времени из таких стержней можно вязать разные формы, сетки, рамы и др. Недостаток - отсутствие фильеры приводит к неровному сечению стержня - в итоге невысокие механические свойства арматуры;

• Жгут проходит формирующий круглое сечение глазок, после чего обматывается ниткой для фиксации круглого сечения и придания ребристости (шаг нитки 3-5 мм). Затем на расстоянии около 10 м жгут проходит сквозь ИК тены, которые полимеризуют стержень;

• Аналогично предыдущему методу, но обмотка происходит с большим шагом (100-150 мм);

Рис. 1 - Классические стержни с песчаной обсыпкой

Рис. 2 - Композитная арматура

Рис. 3 - Непултрузионные стержни

Рис. 4 - Двухслойные стержни

Полимеры - в качестве базисного полимера должен использоваться 100% изофталический полиэстер, винилэстр или эпоксидная смола. Смолы одного типа, но не разного вида можно смешать.

Волокна - к волокнам применяются следующие требования:

• применению подлежат только арамидные, углеродные, базальтовые или стекловолокна;

• пропитывающий материал для волокна должен быть совместим с применяемой эпоксидной смолой;

• только непрерывные ровинги или волокнистые жгуты можно применять;

Добавки для снижения усадки – добавок, снижающих усадку, не должно быть более 20% по весу от базисной полимерной смолы.

Разжижители – (стирол), который добавляют к базисному полимеру во время производственного процесса, не должно превышать 10% по массе от базисного полимерной смолы [3].

Достоинства и преимущества композитной арматуры

• Снижение эксплуатационных и трудовых затрат на строительство;
• Снижение итоговой себестоимости конструкции, здания или сооружения;
• Увеличение срока службы конструкции;
• Высокая коррозионная стойкость;
• Долговечность;
• Линейно-упругий характер зависимостей «нагрузка-деформация»;
• Высокая прочность на разрыв (в 3 раза выше арматуры класса А III);
• Малый удельный вес (в 3-5 раз меньше стальной);
• Меньшие эквивалентные сечения;
• Температура эксплуатации -70 С до +100С;

• Низкая теплопроводность;
• Варьируемая электропроводность

Область применения композитной арматуры

• жилищно-гражданское строительство (рис 5);
• канализация, мелиорация и водоотведение (рис 6);
• дорожное полотно и ограждения;
• фундаменты ниже нулевой отметки залегания (рис 7,8);
• горнодобывающая промышленность;
• мостостроение, настилы и ограждения мостов;
• морские и припортовые сооружения, укрепление береговой линии, бассейны;
• опоры контактной сети [4].

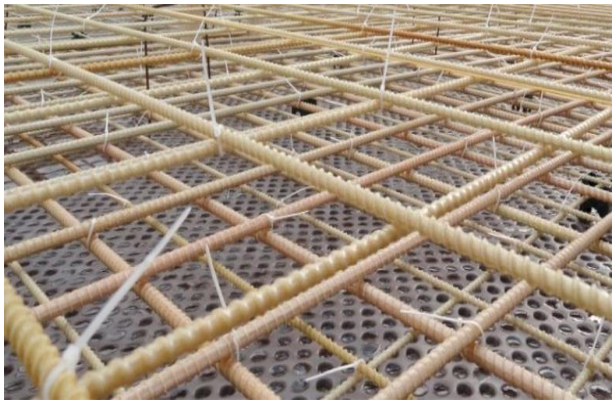


Рис. 5 - Применение стеклопластиковой арматуры при постройке винного завода в Британской Колумбии в 1998 году

Рис. 6 - Канализация, мелиорация, водоотведение

Рис. 7 - Фундаменты ниже нулевой отметки

Рис. 8 - Фундамент для трансформатора Pefner Trager GmbH, Пейне, Германия

Изделия из бетонов с преднапряженным армированием:

• осветительные опоры, опоры ЛЭП, изолирующие траверсы ЛЭП;
• дорожные и тротуарные плиты;
• железнодорожные шпалы (монолитный фундамент);
• фасонные изделия для коллекторов, трубопроводных и трассопроводных (теплоцентрали, кабельные каналы) коммунальных систем.

Армированные бетонные емкости и хранилища очистных сооружений и химических производств, элементы инфраструктуры химических производств [5].

Использование композитной арматуры в качестве гибких связей:

• для бетонных панелей типа «сэндвич»;
• для стеновых блоков "Теплостен"(рис. 9);
• для монолитных стен;
• для кирпичной кладки (рис. 10).

Рис. 9 – Использование композитной арматуры в гибких связях

Рис. 10 – Армирование кирпичной кладки в углах

Пример расчета фундаментной плиты:

Исходные данные: 2-х этажное здание 10х10м с шагом поперечных стен не более 5м; перекрытие монолитное ж/б 180 мм; кровля – деревянные стропила; наружная кирпичная кладка 250мм и штукатурка по утеплителю; высота этажа – 3м; фундамент плитного типа мелкого заложения (рис. 11) [6].

Рис. 11 – Двухэтажный коттедж с гаражом

Общая схема расчета:

• Расчетное сопротивление грунта – 1,5 кг/см^2;
• Расчетное давление на основание здания – 0,313 кг/см^2;
• Толщина фундаментной плиты назначается 300мм исходя из условия обеспечения защитного слоя стальной арматуры не менее 40мм при наличии бетонной подготовки. Расчетное сопротивление арматуры класса А-500С 4500кг/см^2.

Расчет плиты производится как многопролетной балки без защемления концов с учетом давления под фундаментной плитой 3,13т/м^2, которое является нагрузкой на плиту, стены - опорами.

Классический расчет со стальной арматурой:

1. Армирование в нижней зоне составляет d12 А-500С с шагом 200мм перпендикулярно несущим стенам.
2. Армирование в верхней зоне - сетка d12 А-500Сх200 в пролетах между стенами.

Альтернативный расчет с композитной арматурой:

1. Армирование в нижней зоне составляет d8 с шагом 200мм перпендикулярно несущим стенам.
2. Армирование в верхней зоне - сетка d8х200 в пролетах между стенами.

При уменьшении толщины фундаментной плиты до 200 мм, за счет уменьшения защитного слоя получаем в верхней и нижней зонах d10.

Технико-экономические показатели

Таблица 1 - **Сравнительная оценка применения по технико-экономическим показателям**

Толщина бетонной плиты, мм	300		300	200	
Объем бетона, м³	30		30	20	
Стоимость бетона за 1 м³, у.е.	2750		2750	2750	
Класс арматуры	А-500С		АК	АК	
Диаметр арматуры, мм	8	12	8	6	10
Масса арматуры, кг	2169	3254	219	164	274
Стоимость за 1 т арматуры, у.е	17397	26100	11407	8542	14272
Общая стоимость, у.е	125997		93907	77814	

Обсуждение (Выводы):

Затраты на композитную арматуру, при одинаковой толщине фундаментной плиты, в 2 раза меньше, чем на стальную. В связи тем, что коррозионная стойкость композитной арматуры значительно выше металлической, может быть уменьшен защитный слой бетона. В экономическом плане в данном случае выгода применения композитной арматуры очевидна. Экономия составляет 38 %.

• Применение полимерных материалов позволяет решить кардинальную проблему в строительстве – снижение массы зданий и сооружений.

• Применение полимеров в строительстве позволяет значительно снизить экономические потери. При правильном проектировании системы внутреннего и внешнего армирования, можно повысить надежность и устойчивость сооружений.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Композиционные материалы: Справочник // под ред. В.В. Васильева и Ю.М. Тарнопольского. М.: Машиностроение. 1990. 512 с.

[2] Губенко А.Б. Строительные конструкции с применением пластмасс. М.: Стройиздат. 1970. 270 с.

[3] В.Г. Хозин. Полимеры в строительстве: границы реального применения, пути совершенствования // Строительные материалы.- 2005. – №11. – С. 8-10

[4] Промышленные полимерные композиционные материалы // под ред. М.Ричардсона. М.: Химия. 1980. 472 с.

[5] Хозин В.Г. Усиление эпоксидных полимеров. Казань: Дом печати. 2004. 446 с.

[6] Аскадский А.А., Кондращенко В.И. Компьютерное материаловедение полимеров. Атом но-молекулярный уровень. М.: Научный мир. 1999. Т. 1. 544 с.

Квашнин М.Я., Бондарь И.С., Шекейбаева М.М.

Темір бетон конструкцияларын металл емес арматурамен арматуралау

Түйіндеме. Қазақстан Республикасының құрылыс секторындағы ғимараттар мен құрылыстардың тұрақтылығын арттырудың дәстүрлі әдістеріне балама ретінде құрылыс конструкцияларын ішкі арматуралау кезінде композиттік арматураны қолдану мүмкіндігі негізделген. Тең беріктілік және тең деформация өлшемдері бойынша арматуралауды есептеу нәтижелері бар композиттік арматураның физика-механикалық сипаттамалары келтірілген.

Түйін сөздер: полимерлік материалдар, көміртекті талшық, композиттік арматура.

УДК 669.15-198

B.S. Kelamanov, Ye.U. Zhumagaliyev, A.M. Akuov,
Ye.K. Samuratov, Ye.A. Dongessov
(Aktobe Regional State University named after K. Zhubanov, Aktobe, Kazakhstan
e-mail: Kelamanov-b@mail.ru)

THERMODYNAMICALLY-DIAGRAMS ANALYSIS OF Fe-Mo-Si-Al SYSTEM

Abstract. The article presents the results of calculation of thermodynamic transitions of compounds formed between the components of the system. A complete thermodynamically-diagrams analysis of the Fe-Mo-Si-Al system with congruent compounds was carried out. The four-component Fe-Mo-Si-Al system is constructed on the basis of complete thermodynamically-diagrams analysis and reference thermodynamic data and its mathematical model of phase structure is created.

Key words: ferromolybdenum, Fe-Mo-Si-Al system, thermodynamically-diagrams analysis, triangulation, tetrahedral.

Б.С. Келаманов, Е.У. Жумагалиев, А.М. Акуов,
Е.К. Самуратов, Е.А. Дөңесов
(Актюбинский региональный государственный университет имени
К. Жубанова, Актобе, Казахстан)

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИ-ДИАГРАММНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМЫ Fe-Mo-Si-Al

Аннотация. В статье приведены результаты расчета термодинамических параметров соединений, образующихся между компонентами системы. Проведен полный термодинамически-диаграммный анализ системы Fe-Mo-Si-Al с учетом конгруэнтных соединений. На основе полного термодинамически-диаграммного анализа исправочных термодинамических данных построена четырехкомпонентная система Fe-Mo-Si-Al и создана ее математическая модель фазовой структуры.

Ключевые слова: ферромолибден, система Fe-Mo-Si-Al, термодинамический-диаграммный анализ, триангуляция, тетраэдрация.

Введение. В практике комплексных теоретических исследований многокомпонентных систем известен так называемый термодинамически-диаграммный метод анализа, который значительно упрощает исследование особенности фазовых превращений в многокомпонентных системах посредством разбиения их на термодинамически устойчивые элементарные частные подсистемы той же мерности, что и основная. Термодинамически-диаграммный анализ совмещает термодинамическую оценку химического взаимодействия компонентов в изучаемой системе с геометрической диаграммой. Такое совмещение, как показали исследования физико-химических основ производства огнеупоров и ферросплавов, оказывается продуктивным при интерпретации химических взаимодействий в сложных системах.

Методы. Данный метод особо эффективен в плане приложения к металлургической технологии, поскольку позволяет выявить особенности фазового состояния вовлекаемых в металлургический передел сырьевых материалов. При этом конечным результатом таких исследований, является диаграмма фазового состава отдельно взятой системы, наиболее близкой к составам металлургической продукции [1]. Наличие диаграммы фазового строения позволяет без особого затруднения определить равновесные соотношения фаз в любой области рассматриваемой системы и для каждого ее политопа, и тем самым, осуществить дифференцированный подход в построении различных моделей поведения свойств расплавов [2]. В данной работе рассматривается возможность построения диаграммы для системы Fe-Mo-Si-Al, характеризующей состав металлических продуктов при выплавке ферромолибдена в процессах восстановления молибдена из молибденового сырья.

Обсуждение. При исследовании металлической системы Fe-Mo-Si-Al методом термодинамически-диаграммного анализа необходимо исходить от разбивки граничных подсистем на элементарные тетраэдры. Для этого требуется в первую очередь описать металлические соединения различной сложности, составляющих рассматриваемую систему. Принятые координаты (на основе массовой доли *1000) конгруэнтных соединений системы Fe-Mo-Si-Al, используемых в дальнейшем при изучении их полей кристаллизации, приведены в таблице 1. В системе образуются 9 простых соединений.

Таблица 1 - **Конгруэнтные металлические соединения в системе Fe-Mo-Si-Al и их координаты на четверном концентрационном симплексе (тетраэдре)**

№ п.п.	Соединения	Координаты на основе массового состава			
		Fe	Mo	Si	Al
1.	Fe	1000	0	0	0
2.	Mo	0	1000	0	0
3.	Si	0	0	1000	0
4.	Al	0	0	0	1000
5.	Mo_5Si_3	0	865	135	0
6.	$MoSi_2$	0	632	368	0
7.	$FeSi_2$	500	0	500	0
8.	FeSi	667	0	333	0
9.	Fe_2Al_5	453	0	0	547

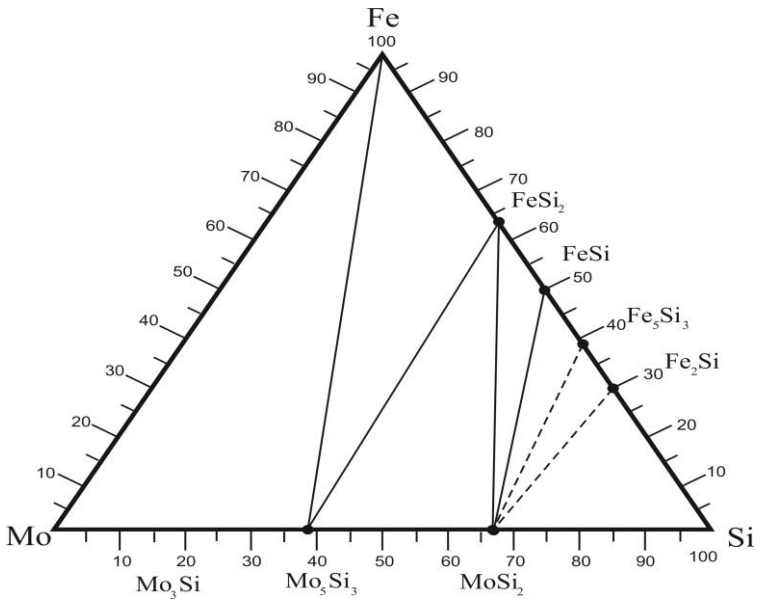


Рис.1. Система Fe-Mo-Si

По результатам работы в системе Fe-Mo-Si нами были построены треугольник (рисунок 1). В результате проведения триангуляции системы Fe-Mo-Si выявлено (рисунок 1) 7 областей (Mo-Mo_5Si_3-Fe; Fe-Mo_5Si_3-$FeSi_2$; Mo_5Si_3-$FeSi_2$-$MoSi_2$; $FeSi_2$-$MoSi_2$-FeSi; FeSi-$MoSi_2$-Fe_5Si_3; FeSi-$MoSi_2$-Fe_2Si; FeSi-$MoSi_2$-Si).

По данным работы в системе Mo-Fe-Al имеется двойное соединение - Fe_2Al_5. Это соединение плавятся конгруэнтно 1150°С. При проведении триангуляции данной системы был построен треугольник, без учета инконгурэнтных соединений (рисунок 2) образовались 2 области (Fe-Fe_2Al_5-Mo; Mo-Fe_2Al_5-Al).

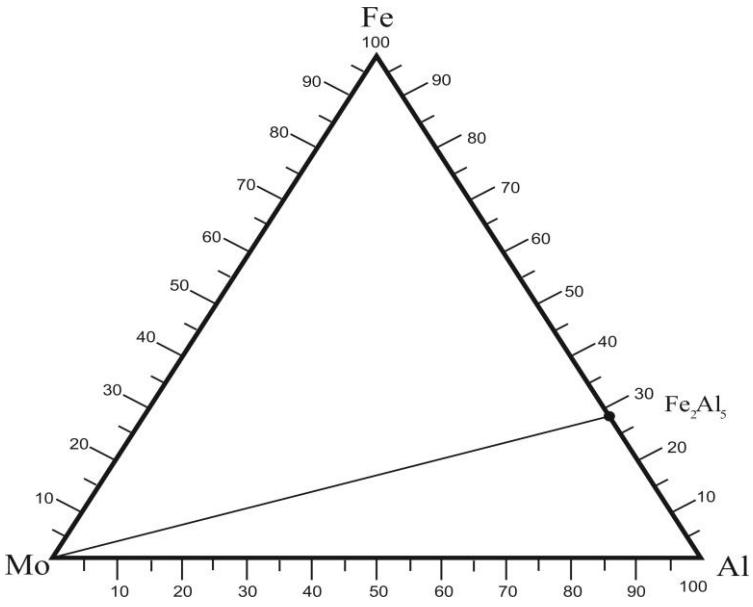


Рис.2. Система Mo-Fe-Al

По результатам работы в системе Fe-Si-Al нами были построены треугольник, без учета инконгурэнтных соединений. В результате проведения триангуляции системы Fe-Si-Al (рисунок 3) выявлено 4 областей (Fe-FeSi-Fe_2Al_5; FeSi-Fe_2Al_5-$FeSi_2$; $FeSi_2$-Fe_2Al_5-Si; Si- Fe_2Al_5-Al).

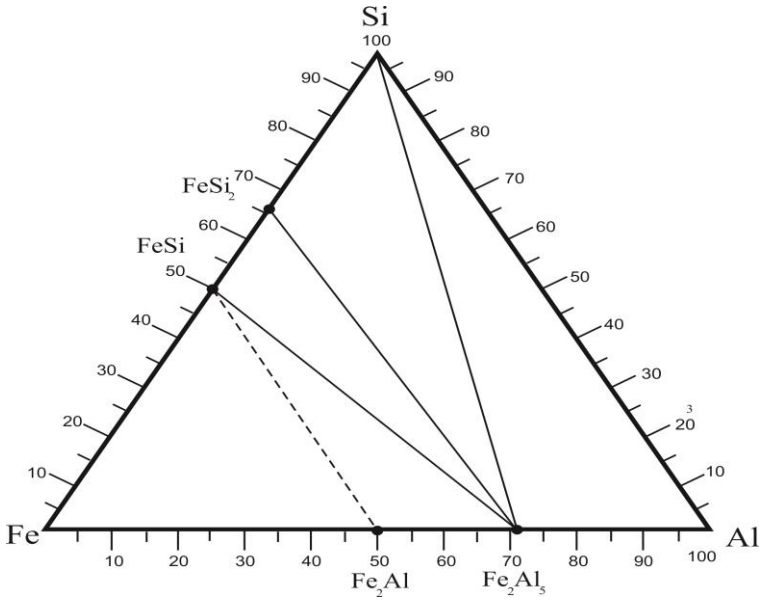


Рис.3. Система Fe-Si-Al

По данным работы в системе Mo-Si-Al имеются две двойных соединения - $MoSi_3$, $MoSi_2$. При проведении триангуляции системы Mo-Si-Al (рисунок 4) образовались 3 областей (Mo-$MoSi_3$-Al; $MoSi_3$-Al-$MoSi_2$; $MoSi_2$-Al-Si).

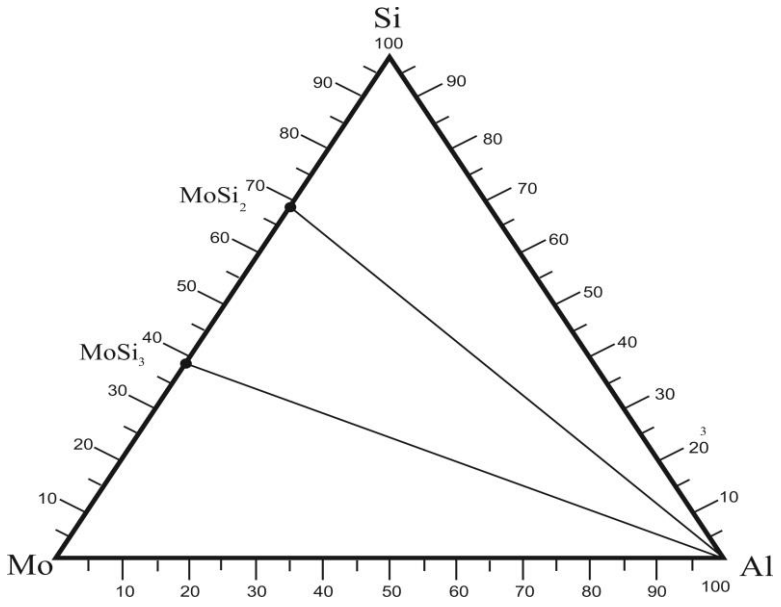


Рис.4. Система Mo-Si-Al

Далее проведено тетраэдрация системы Fe-Mo-Si-Al (рисунок 5). На рисунке 5 приведен общий вид анализируемой системы с учетом конгруэнтных соединений.

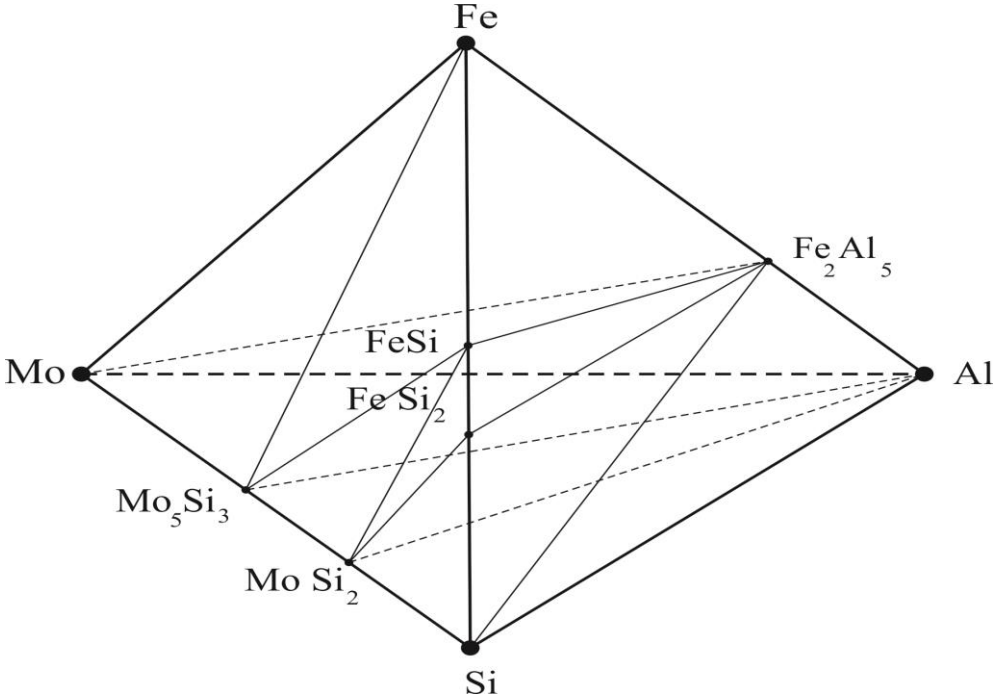


Рис.5. Тетраэдрация металлической системы Fe-Mo-Si-Al

Разбивка общей системы осуществлена с учетом конгруэнтных соединений. Сумма относительных объемов элементарных тетраэдров равна единице (1,000000), что подтверждает верность проведенной тетраэдрации. Коэффициенты трансформации, рассчитанные по методу Хиза [3], предназначенные для определения фазового состава по первичным компонентам, а также объемы элементарных тетраэдров системы Fe-Mo-Si-Al приведены в таблице 2. Таким образом, приведенные сведения и результаты проведенных расчетов подтверждают достоверность тетраэдрации диаграммы фазового строения металлической системы Fe-Mo-Si-Al.

Простейший и доступный для ручного расчета метод выведения уравнений трансформации, выражающих любую вторичную систему через первичные компоненты базовой системы. Критерием месторасположения заданного состава расплавов в одну из квазисистем, является положительные величины n-го количества вторичных компонентов, определенного политопа, рассчитанных по уравнению Хиза. С учетом вышеуказанного, в таблицу 3 сведены коэффициенты, вычисленные нами для каждого вторичного компонента из 12 квазисистем базового тетраэдра.

Таблица 2 - **Перечень тетраэдров системы Fe-Mo-Si-Al**

№ п/п	Тетраэдры	Элементарные объемы
1.	Al-Mo-Mo_5Si_3-Fe_2Al_5	0,061155
2.	Fe-Mo-Mo_5Si_3-Fe_2Al_5	0,073845
3.	Mo_5Si_3-FeSi-$MoSi_2$-Fe_2Al_5	0,085010
4.	Mo_5Si_3-FeSi-Fe-Fe_2Al_5	0,157561
5.	Al-Mo_5Si_3-$MoSi_2$-Fe_2Al_5	0,105549
6.	$FeSi_2$-FeSi-$MoSi_2$-Fe_2Al_5	0,057733
7.	$FeSi_2$-Si-$MoSi_2$-Fe_2Al_5	0,172852
8.	Si-Al-$MoSi_2$-Fe_2Al_5	0,286296
Сумма		1,000000

Применение результатов ТДА относительно к составам сплавов, сводится к нахождению элементарных тетраэдров, внутри которых располагаются их составы, а нормативное распределение первичных фаз между вторичными соединениями для них равны 100% рассматриваемого тетраэдра. Установлены квазиобъемы в системе Fe-Mo-Si-Al, моделирующие составы образующихся ферромолибдена в процессе переработки отечественных молибденитовых концентратов. Далее в таблице 3 приведен химический состав ферромолибдена, полученных на отечественных концентратах месторождений Караоба.

Таблица 3 - **Химический состав ферромолибдена**

Марка	Химический состав, %					
	Mo	Fe	Si	C	Al	Cu
ФМо2	58,2	39,28	1,1	0,07	0,43	0,81

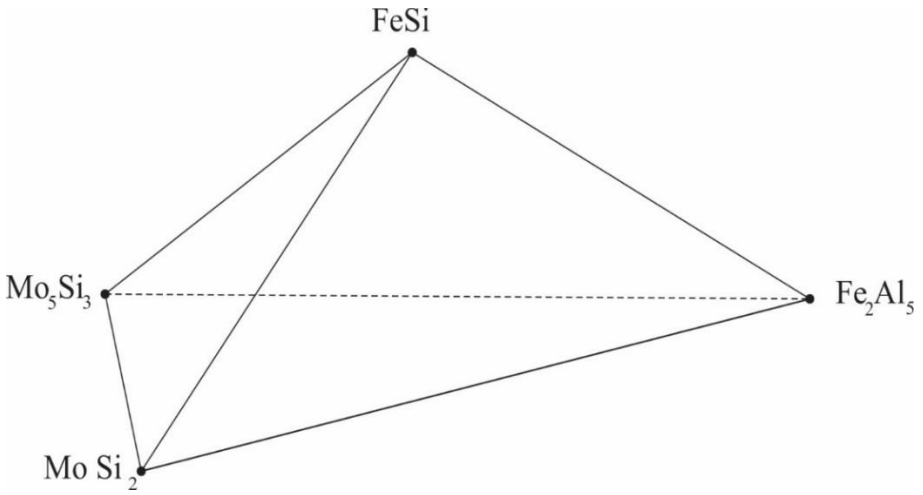


Рис.6. Тетраэдр, моделирующий составы продуктов плавки

Результаты исследования показала, что хронология перемещения относительного состава ферромолибдена проходит в тетраэдре (рисунок 6) приведенных ниже.

Содержание Mo в материалах, %	Тетраэдры, и их объемы
ФМо55	Mo_5Si_3-FeSi-$MoSi_2$-Fe_2Al_5

В результате выяснилось, что ферромолибден, полученные из молибденитного концентрата, расположены в тетраэдре Mo_5Si_3-FeSi-$MoSi_2$-Fe_2Al_5. Результаты расчеты могут быть использованы в ферросплавном производстве при выплавке ферромолибдена для улучшения технико-экономических показателей производства.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Б.К. Касенов, М.К. Алдабергенов, А.С. Пашинкин, Ш.Б. Касенова, Г.Т. Балакеева, С.М. Адекенов. Методы прикладной термодинамики в химии и металлургии // Караганда: «Гласир», 2008. - 332 с.

[2] Морачевский А.Г., Сладков И.Б. Руководство к выполнению термодинамических расчетов // Л.: ЛПИ им.М.И. Калинина, 1975. - 66 с.

[3] Нурумгалиев А.Х. Моделирование и анализ в системе Al-O-C //Республ. науч. журнал «Технология производства металлов и вторичных материалов».- Темиртау: КарМетИ.- 2007. - №2 (12). - С. 67-72.

Келаманов Б.С., Жумагалиев Е.У., Акуов А.М., Самуратов Е.К., Дөңесов Е.А.

Fe-Mo-Si-Al жүйесінің термодинамикалық-диаграммалық талдануы

Түйіндеме. Мақалада жүйе компоненттерінің арасында пайда болатын қосылыстардың термодинамикалық параметрлерін есептеу нәтижелері келтірілген. Fe-Mo-Si-Al жүйесіне толық термодинамикалық-диаграммалық талдау жүргізілді. Толық термодинамикалық-диаграммалық талдау және анықтамалық термодинамикалық деректер негізінде Fe-Mo-Si-Al төрт компонентті жүйесі және оның фазалық құрылымының математикалық моделі құрылды.

Кілт сөздер: ферромолибден, Fe-Mo-Si-Al жүйесі, термодинамикалық-диаграммалық талдау, триангуляция, тетраэдрация.

УДК 004.9, 004.5, 004.41/.42, 004.43
МРНТИ 50.41.25

[1,2]Daineko Ye.A.*, [1]Ipalakova M.T., [1]Seitnur A.M.,
[1]Bolatov Zh.Zh., [1]Tsoy D.D., [1]Zhenisov D.K.
([1]International University of Information Technologies,
Almaty, Kazakhstan
[2]Institute of Applied Sciences and Information Technologies,
Almaty, Kazakhstan
Email: yevgeniyadaineko@gmail.com)

PHYSICAL PROCESSES ANIMATION DEVELOPMENT

Abstract. This article describes a project consisting of animation of physical processes. In the course of working on it, options and tools for creating animation were studied. According to the material selected for the animation, the software product was selected. This was done after comparing the most popular software tools the result of which is given in the article. As a result of the analysis, the most suitable application was used – Adobe Animate. Thus, the animation of drawings that are illustrations for physical processes was performed. The finished product is an electronic version of the textbook on physics, where three-dimensional models allow you to consider two-dimensional images in space. Thus, the project for animation was used Adobe Animate, to create models from the textbook physics 10th grade. The article describes the process of selecting a tool, its use and the results of its application.

Keywords: demonstration, graphics, animation, adobe animation, E-learning, Physics

[1,2] Дайнеко Е.А.*, [1]Ипалакова М.Т., [1]Сейтнур А.М.,
[1]Болатов Ж.Ж., [1]Цой Д.Д., [1]Женисов Д.К.
([1] Международный университет информационных технологий,
Алматы, Казахстан
[2]Институт прикладных наук и информационных технологий,
Алматы, Казахстан
*E-mail: yevgeniyadaineko@gmail.com)

РАЗРАБОТКА АНИМАЦИЙ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Аннотация: Данная статья описывает проект, состоящий из анимаций физических процессов. В ходе работы над ним были изучены варианты и инструменты создания анимирования. В соответствии с выбранным для анимации материалом был выбран программный продукт. Это было сделано после сравнения наиболее популярных программных средств результат которого приводится в статье. В результате проведенного анализа было использовано наиболее подходящее приложение – Adobe Animate Таким образом было выполнено анимирование рисунков, являющиеся иллюстрацией для физических процессов. Готовым продуктом является электронная версия учебника по физике, где объемные модели позволяют рассмотреть двумерные изображения в пространстве. Таким образом в проекте для анимаций был использован Adobe Animate, для создания моделей с учебника физика 10 класс. В статье рассмотрен процесс выбора инструмента, его использование и результаты его применения.

Ключевые слова: демонстрация, графика, анимации, adobe animation, E-learning, Физика.

Введение. С развитием компьютерных наук все большую часть сфер применения информационных технологий занимает анимация. Область применения анимации довольно широка, так как ее можно встретить как в области развлечений, так и в научной сфере. Анимация также активно применятся в процессе обучения точным наукам, таким как физика.

Компьютерная анимация – это вид мультипликации, которая подразумевает под собой последовательную демонстрацию изображений. Слово «animate» по-английски и по-французски означает «оживлять» [1]. Являясь производной от компьютерной графики, анимация подразделяется по способу создания изображений на те же виды [2]:

– векторная графика;
– растровая графика;
– фрактальная графика;
– трёхмерная графика (3D).

Преимущества применения компьютерной анимации в сфере обучения очевидны, так как анимация обладает высокой информативностью, возможностью манипуляции объектом, представления его с разных сторон, оценки реальных пропорций предметов, их расположения в пространстве.

По принципу же анимирования можно выделить несколько видов компьютерной анимации:

– покадровая анимация;
– анимация по ключевым кадрам;
– запись движения;
– процедурная анимация.

Покадровая анимация считается основным методом создания «традиционной» анимации, в которой каждый последующий кадр включает одно, но чуть измененное изображение. При воспроизведении всех кадров изображение «оживает». Этот же метод используется аниматорами, рисующими мультфильмы от руки.

Анимация по ключевым кадрам – это метод анимации, при котором расстановка ключевых кадров производится аниматором. Промежуточные же кадры генерирует специальная программа. Этот способ наиболее близок к традиционной рисованной анимации, при этом роль фазовщика берет на себя компьютер, а не человек.

Запись движения. Данные анимации записываются специальным оборудованием с реально двигающимися объектами и переносятся на их имитацию в компьютере. Распространённый пример такой техники – Motion capture (захват движений). Актеры в специальных костюмах с датчиками совершают движения, которые записываются камерами и анализируются специальным программным обеспечением. Итоговые данные о перемещении суставов и конечностей актеров применяют к

трёхмерным скелетам виртуальных персонажей, чем добиваются высокого уровня достоверности их движения. Такой же метод используют для переноса мимики живого актера на его трёхмерный аналог в компьютере.

Процедурная анимация полностью или частично рассчитывается компьютером. Сюда можно включить следующие её виды: симуляция физического взаимодействия твёрдых тел, имитация движения систем частиц, жидкостей и газов, имитация взаимодействия мягких тел (ткани, волос), расчёт движения иерархической структуры связей (скелета персонажа) под внешним воздействием (Ragdoll).

В данной статье представлен пример использования новых технологий для разработки анимаций физических процессов. Разработанные авторами анимации реализованы в виде приложения для изучения физики в средних учебных заведениях.

Программное обеспечение. В современном мире имеется множество программ для создания анимации. В таблице 1 приведены самые популярные программы для создания анимации согласно интернет ресурсу СофтКаталог.info и их сравнение [3].

Таблица 1. **Сравнение программного обеспечения для создания анимаций.**

	Adobe Animate	Anime Studio Pro	DP Animation Maker	Pivot Animator	Synfig Studio	Easy GIF Animator	Toon Boom Harmony
Создание анимации в режиме рисования	+	+	+	+	+		+
Послойная обработка	+	+	+		+	+	+
Анимация из изображений	+	+	+	+	+	+	+
Функции растрового редактора	+	+	+	+	+	+	+
Настройка переходов между кадрами	+	+	+		+	+	+
Визуализация	+	+	+	+	+	+	+
Наложение эффектов и фильтров	+	+	+		+	+	+
Поддержка работы с 3D объектами	+					+	+
Конвертация видео в анимацию	+	+				+	
Рейтинг*	10	9	9	6	9	9	9

Согласно таблице сравнения программ, лидером среди представленного программного обеспечения является Adobe Animate. Основываясь на результатах приведенного анализа, данная программа была выбрана для создания анимаций в рамках проекта.

Adobe Animate – это одна из самых мощных и популярных программ, предназначенная для профессиональной разработки анимации [4]. Это многофункциональная среда для создания проектов для платформ WebGL, Flash/AIR, HTML5 и т.д. Она используется разработчиками практически для всех существующих десктопных и мобильных платформ. Также Adobe Animate снабжена мощными инструментами кодинга (Flash/ActionScript).

Программа позволяет создавать графические проекты любой сложности. Содержит отдельный покадровый редактор и редактор движения. Редактор движения может очень реалистично

симулировать движение самих объектов с разными физическими свойствами. Кроме того, в нем имеется отдельный инструмент для настройки Lip Sync и работы с «живыми» персонажами. Стоит выделить поддержку огромного количества режимов смешивания, удобные инструменты декорирования и трансформации 3D-объектов, поддержку эффекта частиц, интеграцию с Typekit, набор векторных и растровых кистей, возможность использования материалов из библиотек Adobe Stock, поддержку экспорта видео и графики в разрешении 4K с выбранным FPS, работу со слоями при вставке объектов и так далее [5].

Результаты. В работе при создании анимации использовалась программа Adobe Animate по методу анимирования по кадрам «Tweening» (Твининг), которая позволяет задать начальный и конечный кадр разрабатываемой анимации [6]. Adobe Animate автоматически создаст промежуточные кадры так, чтобы переход от одного ключевого кадра к другому был плавным. Tweening особенно полезен для морфинга – плавного преобразования одного изображения в другое (с помощью геометрических операций и цветовой интерполяции) [7].

Для создания анимации использовались следующие шаги:

1) Создание изображения или символа. Создание одного изображения, которое будет изменено в процессе твининга.

2) Преобразование изображения в символ. В этом случае Adobe Animate сможет манипулировать изображением.

3) Создание анимированного твина. Анимированный твин переместит изображение из одного положения в другое. 24 кадра будут добавлены на временную шкалу, так как это стандартная длина твина.

4) Определение траектории. После создания твина, изображение переместится в конец анимации. Adobe Animate отобразит траекторию с точками, обозначающими положение каждого кадра твина.

5) Добавление фона. После запуска анимации, изображение будет двигаться по заданной траектории, но без фона. Поэтому необходимо добавить фон в каждый кадр анимации.

6) Добавление ключевых кадров. Добавление ключевых кадров на траекторию позволит изменять рисунок в анимированном твине.

7) Изменения свойств изображения. В процессе твининга можно изменять форму, цвет, наклон, размер и другие параметры изображения.

Рис.1. Демонстрация процесса твининга

С помощью выбранного метода анимирования и программного обеспечения Adobe Animate были созданы анимации по следующим разделам физики для средних образовательных учреждений: «Механика», «Молекулярная физика» и «Электродинамика». Далее анимации были объединены в электронный учебник (Рис.1), который предоставляет доступ к теоретическому материалу указанных разделов физики, а также непосредственно к анимациям из конкретного параграфа. Учебник обладает всеми характеристиками электронного учебного пособия, а именно удобной навигацией по разделам с помощью оглавления, реализованного через гипертекстовые ссылки, а также навигацией между рисунками из текста и их анимированными представлениями. На Рис. 2 представлено главное окно при загрузке учебника. На Рис. 3 и Рис.4 показано окно учебника с демонстрацией анимации в начале и середине физического процесса.

Рис.2. Главное окно электронного учебника с набором анимаций

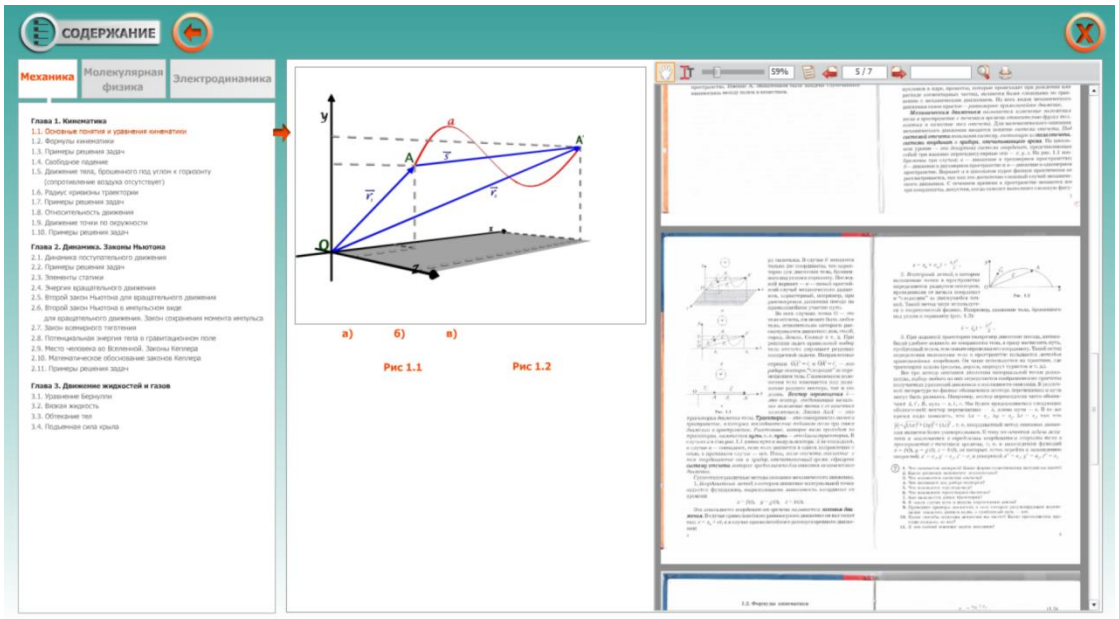


Рис.3. Окно учебника с демонстрацией анимации (начало процесса)

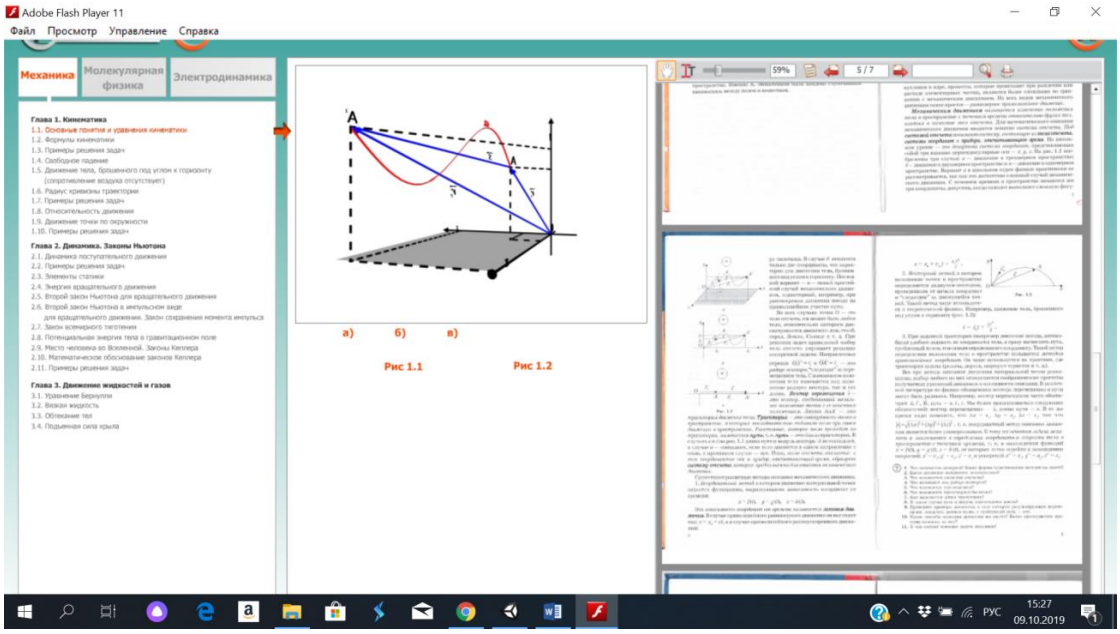


Рис.4. Окно учебника с демонстрацией анимации (середина процесса)

Окно учебника разделено на 3 области (Рис.4). Слева расположена панель навигации по электронному пособию: разделы физики можно выбрать с помощью соответствующих вкладок содержания, в каждом из разделов доступно отдельное оглавление. Пункты оглавления играют роль гипертекстовых ссылок и открывают в области справа соответствующий параграф учебника по физике, который используется в качестве основного на уроках в указанной школе. В середине окна расположена область демонстрации анимации. В разработанном учебнике анимированы все рисунки из включенных разделов и параграфов. Запуск конкретной анимации происходит путем выбора соответствующего рисунка справа и управления изображением мышью.

Заключение. Современные информационные технологии открывают новые возможности и новые перспективы для создания обучающих ресурсов и инструментов на качественно другом уровне. В системе казахстанского образования электронное обучение развивается и совершенствуется. Примером тому являются разработки собственных программных продуктов с использованием новых технологий. В данной статье приведен пример программного продукта, который позволяет визуализировать физические процессы. Полагаем, что использование новых технологий в обучении способствует совершенствованию форм и методов, индивидуализации и дифференциации обучения.

В настоящее время авторами ведется постоянная работа по разработке новых анимаций физических процессов с использованием технологий дополненной и виртуальной реальностей.

Работа выполнена за счет средств Министерства образования и науки Республики Казахстан на 2018-2020 годы (№ AP05135692).

ЛИТЕРАТУРА

[1] Март. Технологии и маркетинг для музеев. Компьютерная анимация. 07 Ноября 2014 [Электронный ресурс]. URL: http://mart-museum.ru/personnel/kompyuternaya-animatsiya/ (дата обращения: 20.10.2019).

[2] Компьютерная анимация. [Электронный ресурс]. URL: http://bourabai.kz/mmt/animation.htm (дата обращения: 20.10.2019).

[3] Программы для создания анимации, 2019. [Электронный ресурс]. URL: http://softcatalog.info/ru/obzor/programmy-dlya-sozdaniya-animacii (дата обращения: 20.10.2019).

[4] Adobe Animate. [Электронный ресурс]. URL: https://www.adobe.com/ru/products/animate.html (дата обращения: 20.10.2019).

[5] Основы анимации в Animate. Руководство пользователя Adobe Animate. [Электронный ресурс]. URL: https://helpx.adobe.com/ru/animate/using/animation-basics.html (дата обращения: 20.10.2019).

[6] WikiHow. Как создать флеш анимацию [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikihow.com/создать-флеш-анимацию (дата обращения: 20.10.2019).

[7] Создание анимации движения. Руководство пользователя Adobe Animate. [Электронный ресурс]. URL: https://helpx.adobe.com/ru/animate/using/motion-tween-animation/creating_a_motion_tween_animation.html (дата обращения: 20.10.2019).

Дайнеко Е.А., Ипалакова М.Т., Сейтнұр А.М., Болатов Ж.Ж., Цой Д.Д., Жеңісов Д.Қ.

Физикалық процестердің анимацияларын дамыту

Түйіндеме: Бұл мақала физикалық процестерді анимациялаудан тұратын жобаны сипаттайды. Жұмыс барысында анимация жасаудың нұсқалары мен құралдары зерттелді. Анимация үшін таңдалған материалға сәйкес бағдарламалық өнім таңдалды. Бұл мақалада келтірілген ең танымал бағдарламалық құралдарды салыстырғаннан кейін жасалды. Жүргізілген талдау нәтижесінде ең қолайлы Adobe Animate қосымшасы пайдаланылды, осылайша физикалық процестер үшін иллюстрация болып табылатын суреттерді анимациялау орындалды. Дайын өнім физика оқулығының электронды нұсқасы болып табылады, онда көлемді модельдер кеңістіктегі екі өлшемді бейнелерді қарастыруға мүмкіндік береді. Осылайша, анимация жобасында 10 – сынып физика оқулығынан модельдерді жасау үшін Adobe Animate пайдаланылды. Мақалада құралды таңдау процесі, оны пайдалану және оны қолдану нәтижелері қарастырылған.

Кілт сөздер: демонстрация, графика, анимациялар, adobe animation, E-learning, физика.

UDC 004.9

G.O. Seitbekova, S. Orazkhankyzy, B. Baurzhanuly, B. Mizamidin
(Almaty Technological University Almaty, Kazakhstan)
E-mail:Orazxankyzy@bk.ru

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR BIOMETRIC AND NEURAL NETWORK BASED INDIVIDUAL AUTHENTICATION IN OPEN SYSTEMS

Abstract. The classification of modern means of biometric identification based on the statistical and dynamic physiological characteristics of a person, as well as a statistical assessment of the effectiveness of their implementation and the physical principles of their application are given. Using fingerprints, a study was conducted on the possibility of increasing the accuracy of identification of biometric information systems. A new method has been developed to improve the accuracy of identification of biometric information systems based on classical fingerprint identification algorithms using the integration of the same type of measurements. This method has been proven to be invariant with respect to scanning devices and the real implementation of the classical identification algorithm.

Keywords: micro-vibration, authentication, artificial intelligence, scanner.

Introduction.

Over the years of development, information systems for biometric identification of an individual that controls physical access and access to secret information (the“biometric information systems”) are being formed and are widespread. Among the areas where it is difficult to overestimate the degree of reliability of biometric information systems - border control, air transportation, access to information containing state secrets. One of the important applications of biometric information systems is the identification of readers of public libraries (including online readers) in order to ensure reliable control and access to various publications, especially valuable ones. A person’s voice, a signature, a retina of the eyes, and fingerprints are used as a biometric identifier.

Studies of biometric information systems have shown that it is impossible to guarantee correct identification with a probability of 100% with existing biometric identification technologies. In addition, the expanding field of application of biometric recognition technologies imposes more stringent requirements on the quality indicators of biometric information systems. Test results of these systems show that none of them can provide sufficient accuracy to identify a person in a large data store in automatic mode. Thus, at present, increasing the accuracy of biometric information systems is an urgent scientific and practical problem.

It must be taken into consideration that the solution to this problem is exacerbated by the actions (attacks) of common saboteurs in the context of expanding the scope of application of biometric information systems. Therefore, today it is important to develop methods and tools to improve accuracy, that would provide increased resistance of biometric information systems to attacks.

Investigation of the possibility of increasing the accuracy of biometric information systems identification, based on classical fingerprint identification algorithms using biometric information integration methods. To achieve this goal it is necessary to solve the following tasks:

- Conducting a comparative analysis of the known methods of biometric identification, their "accuracy" capabilities;
- Conducting an analysis of errors that occur during the operation of biometric information systems, and their impact on the accuracy of identification;
- Development of a new method (algorithm) for increasing identification accuracy. Performing a practical test of the effectiveness of the proposed method (algorithm);
- Development of algorithms and software implementation of the biometric information system, providing improved accuracy;
- Modeling of the developed biometric information system, including in the conditions of saboteur attack and assessment of its effectiveness.

The technology of biometric identification-authorization of standard text passwords according to the requests of many researchers is currently an unreliable method, especially now as the theft methods have been increased. In this regard, enthusiasts offer other methods and are ideal for password authorization.

Face recognition is an automatic recognition of a person’s identity through video and, if necessary, identification of a person’s identity based on an existing database. Interest in these systems is very great considering the wide range of tasks they solve.

A significant contribution to the development of biometric information systems is associated with the names of famous researchers in the field of biometrics. (USA), D. Maltoni, D. Maio, R. Capelli (Italy), L. Hong (China).

Today, RFID (Radio Frequency Identification) is actively used to identify readers and units of the library collection, but in the context of organizing access control to valuable publications (manuscripts, rare books), the use of reliable means of identifying readers using biometric identifiers is required.

The work of these authors laid the foundations of modern biometric identification technologies, developed standards and algorithms for the application of appropriate technologies.

The works of S. Lee (Japan), U. Dieckmann (Germany) and other named authors laid the foundations of modern biometric identification technologies, developed standards and algorithms for the application of appropriate technologies.

Biometric Identification Methods

Currently, the problem of identification and authentication of a person is one of the urgent problems of our society. This problem affects users of computer, financial and civil systems. A strong authentication system that uniquely identifies the user is the most important in the architecture of an information security system (IS). This system allows the information system to prove the authenticity of the user, to create a "bridge" between the person or process and the hardware. For strong authentication systems, several factors must be used. These factors are human knowledge: for example, password ("you know"); for example, a magnetic card ("you have") and personal characteristics, such as fingerprints ("you are"). [1]

Currently, the authentication means of the first factor are not reliable [1-2]. The user password ("you know") can be viewed, listened to and simply selected on the communication channel. If a confidential policy requires the user to use a complex password, it will be difficult to remember. Most users cannot even interpret the default password. Often, without realizing the importance of authentication, a user passes his/her password to others.

Among the authentication methods that use the “You have” factor, smart tokens became the most popular devices that generate one-time passwords that last for several tens of seconds. An example is RSA SecurelD and Vasco Digipass devices. These devices are a cheap alternative to changing a password. The most interesting applications for such devices include e-commerce, including Internet banking and the protection of complex users of an information system, for example, system administrators. This method of strong authentication is not without drawbacks, etc. Together with the PIN code, the smart token can be transferred to another user. Therefore, I would like to draw attention to the third authentication factor – biometrics, which is based on biometric identification systems.

In addition, as part of the implementation of the state program to combat religious extremism and terrorism for 2013-2017, an action plan for the implementation of the state program to combat religious extremism and terrorism for 2013-2017 was approved. The first steps to use biometric information protection tools in the beginning of the 70s of the last century. [3].

The main feature of the biometric identification system is the method of using its biometric properties as individual and unique identifiers of individual and unique static or dynamic (behavioral) characteristics. Such characteristics are fingerprints, the shape of the face, the transparent shell of the eyes, the retina of the eyes, the geometry of the hands, speech, signature, etc. Thus, one of the main features of the biometric identification system in such systems is a person who is identified and not a password, card, etc.

Sign deformation.

As can be seen from the data presented, the sensitivity of the identification system is very strongly manifested in the following parameters: size of the scanning area and resolution.

If it contains a fingerprint information area, the size of the scan area is suitable. Further growth of the area will not lead to an increase in accuracy. In addition, at present, there is clearly a tendency towards miniaturization of computer devices, which may negatively affect this aspect.

Resolution greatly affects accuracy, as it determines the accuracy of plotting control points. For the PIV standard, a resolution of 500 ppi is indicated. Such a resolution is sufficient for the qualitative determination of second-level minutiae (control points), since the average distance is 9 pixels between the lines of the papillary expression in the scanned image with a resolution of 500 ppi, and the average thickness of the papillary line is 4 pixels. Increased accuracy provides a reserve for increasing resolution. Resolution 1000 ppi allows to carry out operations with third level minutiae. For example, a streaming identification system is described that requires a resolution of at least 1000 ppi scanners. The use of such an identification

system will increase the accuracy with respect to the classical identification system by about 30%, however, the difficulty of using this method is to describe pores as control points depending on their large number (at that, there are problems with the speed of comparison).

Counter-measures to the developed attack algorithm. If there is a representation of M constructed on the basis of images A = {Ifh If2, Ifl} into two biometric identification systems, if = {Ifh If2, Ifl}, three types of artificial images if = {Ifh If2, Ifl} are identified.

Test results for the installation version of the image on the standard data channel. A system that implements the method of increasing accuracy SAf =S{Rf,RA) 1,S = S (RfiR A) 2, S AF = S (Rf, RA) in 552 561 552 If2 625 640 625 Irs 754 788 754.

The biometric identification system that implements the method of increasing accuracy did not detect forgery in all three cases, since false representations were not filtered by 1 matcher, which is directly related to the work of the attacker and the false representation compared to 1 matcher. Obviously, 1 matcher did not cope with filtering because it was unable to perform the filtering. False representations were made in such a way as to give the highest level of identity with the attackers. At the input to 2 matchers, a list of unfiltered elements M is received, therefore, 2 matchers are shown in such cases as a matcher from the standard biometric identification system. Hence, the resultant values of the degree of accuracy correspond to the standard system of biometric identification and the biometric identification system that implements the method of increasing accuracy. The results obtained indicate the inefficiency of the method under experimental conditions. For the system to work (1 or 2) which of the most possible options cannot be foreseen, therefore, we believe that both options are equal, so there is a need for additional adjustment of the output results.

It should be noted that the selected limit value does not affect the test results, i.e., increasing the limit can lead to the need to generate only a false image, the representation of which has a higher degree of similarity (exceeding the set limit) compared to the representation of the attacked image.

We note separately that Option 1 can be combined into Option 2 in cases where the same degree of matcher 1 for artificial representation exceeds the threshold value / V.

In order to protect against negative consequences identified as a result of testing according to Option 2, the author studied the behavior of the biometric identification systemin detail in the case of the influence of the representation of R, R with VM, as well as the representation of Rh z = 1 for the analysis of analogy ... (See 3.1.2, Step 3). The study was conducted subject to the provision of fake and legal representations for identification. For a system that implements such a method of increasing accuracy as SJ, the value of the degree of identity provided by the standard system for legal representation is indicated. For fake representations, these similar degrees are denoted as SA / and S Af. The representation proposed for identification of the legal user is set as R, and for the case of identifying an artificial representation as Rf. The results obtained (for 2 options) are shown in the table below:

A similar degree of s (RAX2, R/) and S (RAX3, Rj) from the graph when indicating a false representation gives less values than S (RAXi, Rj), and this is important – less than the threshold value of c.

This fact is based on the specifics of operation of the algorithms, since R 4x2 and RAX3 are a representation that was built from offset images relative to the “attack”. Thus, the modified control points for these images do not increase the degree of convergence. The table also clearly shows the changes in the values of the degree of identity in identifying a legal user. For a legitimate user in the representations of RAX2 and RAX3 (fluctuations within 10%), a significant decrease in the similar degree is not observed. The author made additional measurements for false representation 27, for which similar values were obtained, that is, SAf, s A / and 5, S (RAX2,R /) and S (RAX3, Rj) received fewer values than SAfi S AJHS.

The data obtained make it possible to calculate a correction coefficient that can be used in the developed methods for increasing accuracy to correct the degree of identity S Af for each element of the vector that gives a result before transmitting the final result. Empirically determined, as shown by the formula for the correction factor: where the S-result of 1 matcher in a biometric identification system that implements the method of increasing accuracy. [6].

Artificial intelligence, the identification of a person through behavior. At the end of May 2018, it became known that artificial intelligence is able to recognize people based on their walk. The development was proposed to be used primarily in airports. Researchers from the University of Manchester, together with colleagues from the Autonomous University of Madrid (Universidad Autónoma de Madrid), have compiled the world's largest database on the movement of people, which are included in about 20 thousand records of foot movements of 127 people, created using special floor sensors and high resolution cameras.

Figure 1. 20 thousand steps for passenger travel were collected at the airport

This data was loaded into a neural network, which after training recognized people with an accuracy of about 100 percent based on their walk. The AI system is based on the principle of deep residual learning, which allows to identify a person by the spatial and temporal characteristics of his/her footprint.

According to Omar Costilla Reyes, a University of Manchester study author, each person can determine approximately 24 different motion parameters while moving. In other words, each person really has a unique pattern of strides. According to experts, the developed system is necessary to ensure security in crowded places. In addition, with its help you can quickly monitor a wanted person, as well as prevent terrorism and other types of crimes.

Negotiations on the use of a neural network at airports' passport control are underway. Compared to other methods of biometric identification, recognition of such a move as fingerprint and retina scanning has obvious advantages, since passengers do not need to stop to undergo examination - they just have to go through a special sensory path.

Finger micro-vibration. Engineers at Rutgers University, New Brunswick, developed a finger micro-vibration method for authorizing people in the fall of 2017. CNews researchers write that it is unique for each user, and thus, making another copy of it manually is very difficult, an individual signal cannot be received. The system, called VibWrite, works very simply: on any hard surface - wood, metal, plastic or glass - the vibration motor and sensor are mounted; when a person presses a finger, vibration of the engine receivesan interference, calculated as unique signals. In addition, they are unified for each finger, and their short duration provides high authorization reliability compared to graphic keys, especially with code entry, and is also equipped with traditional biometric tools of technology developers .

The test showed an accuracy of 95%. Admittedly, VibWrite often forced the users to enter the codes several times. Researchers believe that two more years are needed before the system is for commercialization. VibWrite testing was carried out indoors. It is not yet clear how it will work outdoors in difficult weather conditions

Identification of biometric authentication by heart geometry.

In September 2017, a new method of biometric authentication was established - identification by heart. Its important advantage is continuity: when the authorized owner in the system is next to the computer, the device remains operational, and when a person is absent, it is blocked.

Such a development was invented at the University of Buffalo (USA). Its essence lies in the use of low-level Doppler radars, which allows to determine the shape of the heart, size and rhythm of a person every 8 seconds. If during this time the user's heart, information about which is uploaded to the system, is not detected, the computer will be blocked.

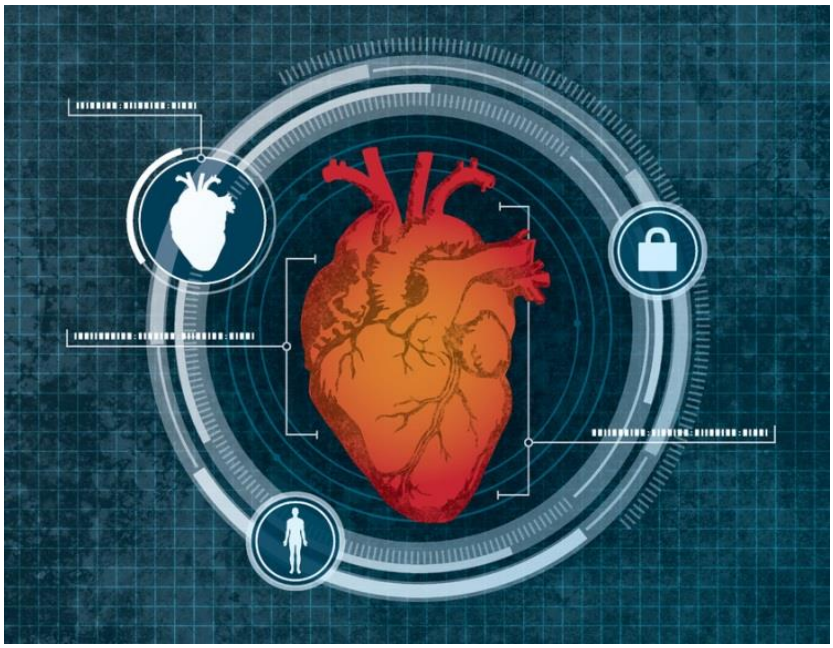


Figure 3. Continuous scanning of a human heart using Doppler radar systems developed at the University of Buffalo

The authors of the project believe that the scanner is harmless to the human body, since its exposure is only 5 mW, which corresponds to the exposure of less than 1% of modern smartphones. The new system is characterized by low power consumption, which allows its efficient use not only on stationary computers, but also on mobile devices.

Conclusion. It is expected that in the near future, passwords and PIN codes will be located on new, reliable authorization and authentication devices. A significant improvement in the characteristics of biometric identifiers and a decrease in their cost leads to the widespread use of biometric identifiers in various access control and management systems. At present, the structure of this market is as follows: voice verification – 11%, face recognition – 15%, iris scan – 34%, fingerprint scan – 34%, hand geometry – 25%. signature verification – 3%.

REFERENCES

[1] Vorona V.A., Tikhonov V.A. *"Sistemy kontrolia i upravleniia dostupom"*. [Russian: "Management and access control systems".] Manual. –M: Hotline –Telecom.-Series *"Obespecheniye bezopasnosti ob'yektov"* [Russian: “Ensuring the safety and security of facilities”.], Book 2. 2010.

[2] Minaev V.A. *"Sovremennyye tekhnologii obespecheniya informatsionnoy bezopasnosti"*. [Russian: "Modern technologies for ensuring information security"] «Biometricheskiy kvartal», 2002.

[3] Gintse A. *"Novyye tekhnologii v SKUD. Sistemy bezopasnosti"*. [Russian: "New technologies in access control systems. Security Systems"], No. 6. 2013

[4] Dakhva M.S. *"Identifikatsiya po geometrii kisti ruki"*. [Russian: "Identification by geometry of the hand".], 2012.

[5] Zavgorodniy V.V., Melnikov Yu.N. *"Identifikatsiya po klaviaturnomu pocherku"*. [Russian: "Keyboard Identification".] *"Bankovskiye tekhnologii"*.

[6] Timoshenko S.V., Tatarchenko N.V. *"Biometricheskaya identifikatsiya v integrirovannykh sistemakh bezopasnosti"*. [Russian: "Biometric identification in integrated security systems".] *"Spetsial'naya tekhnika"*, № 2, 2002.

Сейтбекова Г.О., Оразханкызы С., Бауыржанулы Б., Мизамедин Б.,

Ашық жүйедегі тұлғаның биометрика-нейрожелілік аутентификациясының алгоритмін әзірлеу

Түйіндеме. Адамның статистикалық және динамикалық физиологиялық сипаттамалары негізінде қазіргі биометриялық идентификация құралдарын жіктеу, сондай-ақ оларды іске асырудың физикалық принциптері және қолдану тиімділігін статистикалық бағалау келтірілді.Саусақ іздері бойынша ақпараттық биометриялық жүйелерді сәйкестендіру дәлдігін арттыру мүмкіндіктерін зерттеу жүргізілді.Бір типті өлшемдерді интеграциялауды пайдалана отырып, саусақ іздері бойынша сәйкестендірудің классикалық алгоритмдері негізінде ақпараттық биометриялық жүйені сәйкестендірудің дәлдігін арттырудың жаңа әдісі әзірленді. Бұл әдіс сканерлеу құрылғыларына және классикалық идентификация алгоритмін нақты іске асыруға қатысты инвариантты екені дәлелденген.

Түйін сөздер: микровибрация, аутентификациялау, жасанды интеллект, сканер.

Сейтбекова Г.О., Оразханкызы С., Бауыржанулы Б. , Мизамедин Б.,

Разработка алгоритма биометрико-нейросетевой аутентификации личности в открытых системах

Аннотация. Приводится классификация современных средств биометрической идентификации на основе статистических и динамических физиологических характеристик человека, а также статистическая оценка эффективности их реализации и физических принципов их применения. По отпечаткам пальцев проведено исследование возможности повышения точности идентификации информационных биометрических систем. Разработан новый метод повышения точности идентификации информационной биометрической системы на основе классических алгоритмов идентификации по отпечаткам пальцев с использованием интеграции однотипных измерений. Этот метод был доказан, что он инвариантен в отношении устройств сканирования и реальной реализации алгоритма классической идентификации.

Ключевые слова: микровибрация, аутентификация, искусственный интеллект, сканер.

UDC 669.15-198

B.S. Kelamanov, A.A. Yersaiynova, A.M. Abdirashit,
A.B. Mukhambetkaliyev, D.D. Kazbek
(Aktobe Regional State University named after K. Zhubanov, Aktobe, Kazakhstan)

MODELING AND ANALYSIS OF THERMODYNAMIC PROCESSES IN SYSTEMS Ni-Cr-C AND Fe-Cr-C

Abstract. The article deals with the study of thermodynamic calculations using the software complex «Terra» for triple systems Ni-Cr-C and Fe-Cr-C. The characteristics of different existing phases, contents, and their dynamics of change at different temperatures were investigated. The obtained results provide the basis for the preparation of a specified material balance of melting of iron-nickel alloys and the possibility of regulating the composition of the alloy.

Key words: thermodynamics, phase, systems, phase regions, thermodynamic-diagram analysis.

Introduction. The experimental study of the processes of carbon-thermal reduction of iron, nickel, chromium and other metals is difficult because of the high temperature of the process, the aggressiveness of the medium and the complexity of the chemical analysis of the obtained products. However, based on the study of the processes occurring in the private systems Ni-Cr-C and Fe-Cr-C, it is possible to predict the quadruple system Fe-Ni-Cr-C, which is important in metallurgy, in relation to the electrothermal smelting of iron-nickel alloys in arc ore-thermal furnaces. The method of complete thermodynamic modeling (PTM) of metallurgical processes implemented in the integrated computer system - PC «Terra» with addition of its thermodynamic-diagram method of construction of Gibbs concentration triangles [1] is used for the analysis of carbon-thermal interaction.

Methods. A graphical method can be used to calculate the phase composition of any multicomponent systems within the Fe-Ni-Cr-C diagram. When applying a coordinate grid to a given tetrahedron, the phase composition can be determined. Mathematical methods of such calculations are also proposed. They are the only possible for 5 or more component systems, when the application of the graphical method is impossible.

In the article, the thermodynamic analysis of the system Ni-Cr-C and Fe-Cr-C, which form the basis of the four-component system Fe-Ni-Cr-C. The software complex «Terra» provides an interface «Triangle», with which you can build the entire phase complex for condensed phases in one cycle. The «Triangle» program calculates equilibrium concentrations for 100 points (compositions) of the concentration triangle, applies and automatically paints the phase areas in different colors according to the content of phases in them [2].

The program «Triangle» makes it possible to simplify the process of serial calculations and construction of triple phase diagrams. As the three starting substances can act as individual chemical elements and arbitrary compounds. It is assumed that the calculations of the equilibrium phase composition can be performed in two modes: - for isothermal conditions, when the equilibrium of the system is given by the values of temperature (T, K) and pressure (p, MPa); - for the conditions of adiabatic equilibrium transformation (combustion), given at each point of calculation by the values of pressure (p, MPa) and enthalpy (enthalpy of formation of initial substances) (I, kJ/kg).

Discussion. The program «Triangle» provides a special way to specify the initial data, when for each of the three initial substances, the values of the initial state enthalpy (enthalpy of formation) are additionally set. In this mode of plotting the temperature is determined by the value of. With the help of the «Triangle»

program, diagrams of triple phase systems Ni-Cr-C and Fe-Cr-C were constructed at temperatures of 1673, 1873, 2073 and 2273K. Tthe results are shown in figures 1-2.

According to the results of calculations on the software complex «Terra» in the Ni-Cr-C system (up to a temperature of 1673K), 7 regions with different concentrations were determined (table 1). The predominant volume is the phase regions: $C_{(c)}$; $Cr_3C_{2(c)}$; $Ni_{(c)}$ - (88%), $Cr_{(c)}$; $Cr_7C_{3(c)}$; $Ni_{(c)}$ - (6%) and $Cr_7C_{3(c)}$; $Cr_3C_{2(c)}$; $Ni_{(c)}$ - (4%) (figure 1, a). Thermodynamic calculations showed in the Ni-Cr-C system (up to a temperature of 1873K) a number of regions (10) with different concentrations in content (table 1). The predominant volume is the phase region: $C_{(c)}$; $Cr_3C_{2(c)}$; $Ni_{(c)}$ - (86%), $Cr_{(c)}$; $Cr_3C_{(c)}$; $Ni_{(c)}$ - (7%), $Cr_7C_{3(c)}$; $Cr_3C_{2(c)}$; $Ni_{(c)}$ - (3%) and $Cr_3C_{(c)}$; $Cr_7C_{3(c)}$; $Ni_{(c)}$ - (2%) (figure 1, b).

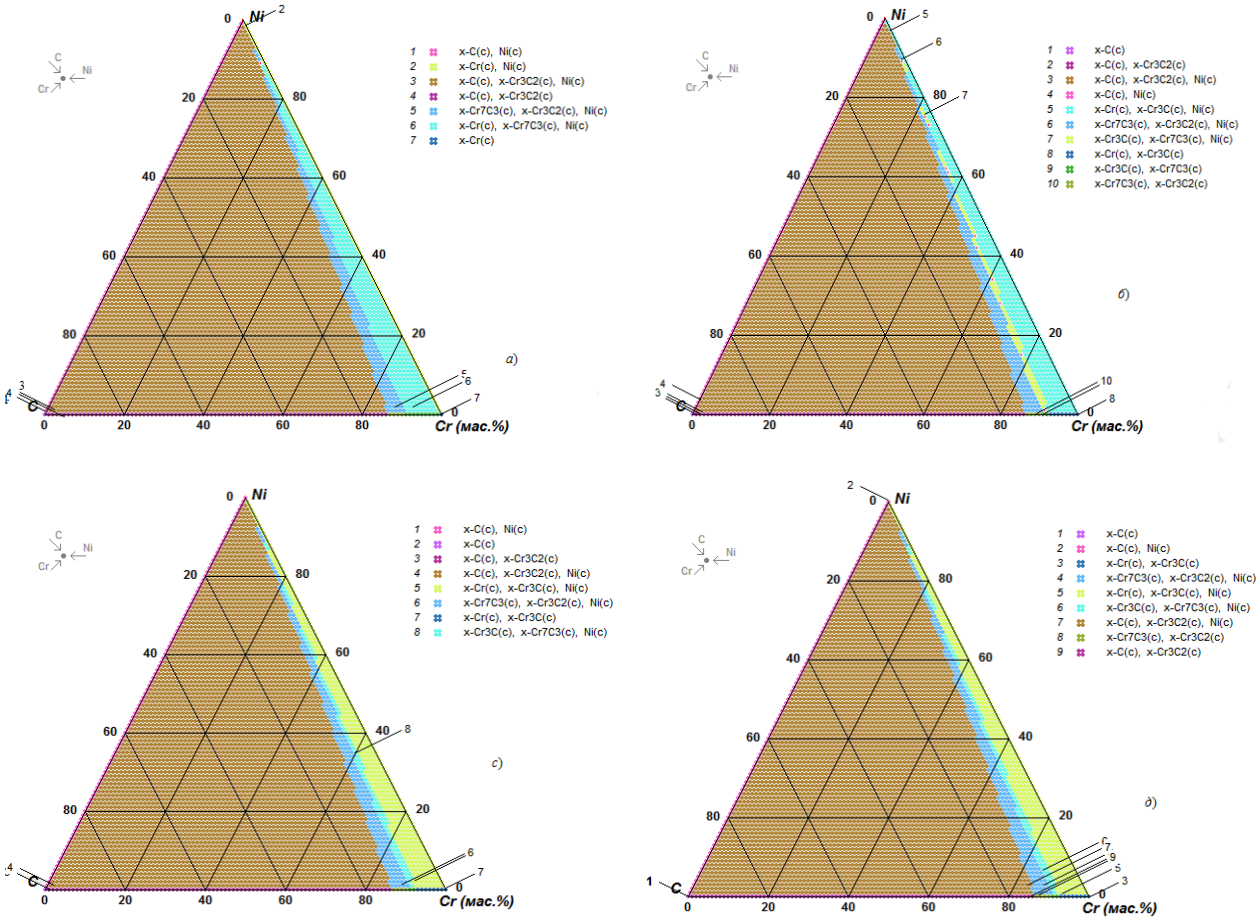


Figure 1 - Diagram of the phase composition of the triple system Ni-Cr-C at temperatures: 1673K (a), 1873K (b), 2073K (c), 2273K (d)

Table 1 - **Number of phase regions in the Ni-Cr-C system at different temperatures**

Phases	1673K	1873K	2073K	2273K
	Content, %			
$C_{(c)}$; $Ni_{(c)}$	< 2	< 2	< 2	< 2
$Cr_{(c)}$; $Ni_{(c)}$	< 2	-	-	-
$C_{(c)}$; $Cr_3C_{2(c)}$; $Ni_{(c)}$	88	86	86	86
$C_{(c)}$; $Cr_3C_{2(c)}$	< 2	< 2	< 2	< 2
$Cr_7C_{3(c)}$; $Cr_3C_{2(c)}$; $Ni_{(c)}$	4	3	3	3
$Cr_{(c)}$; $Cr_7C_{3(c)}$; $Ni_{(c)}$	6	-	-	-
$Cr_{(c)}$	< 2	-	-	-
C	-	< 2	< 2	< 2
$Cr_{(c)}$; $Cr_3C_{(c)}$; $Ni_{(c)}$	-	7	7	7
$Cr_3C_{(c)}$; $Cr_7C_{3(c)}$; $Ni_{(c)}$	-	2	2	2

$Cr_{(c)}$; $Cr_3C_{(c)}$	-	< 2	< 2	< 2
$Cr_3C_{(c)}$; $Cr_7C_{3(c)}$	-	< 2	-	-
$Cr_7C_{3(c)}$; $Cr_3C_{2(c)}$	-	< 2	-	< 2
$C_{(c)}$; $Cr_3C_{2(c)}$; $Ni_{(c)}$	-	-	-	< 2

For comparative analysis of the results at high temperatures, the system Ni-Cr-C up to the temperature of 2073 and 2273K was studied on the software complex Terra. The results of calculations in the system Ni-Cr-C (up to the temperature of 2073K) revealed 8 regions with different contents (table 1).

The predominant volume is the phase region: $C_{(c)}$; $Cr_3C_{2(c)}$; $Ni_{(c)}$ - (86%), $Cr_{(c)}$; $Cr_3C_{(c)}$; $Ni_{(c)}$ - (7%), $Cr_7C_{3(c)}$; $Cr_3C_{2(c)}$; $Ni_{(c)}$ - (3%) and $Cr_3C_{(c)}$; $Cr_7C_{3(c)}$; $Ni_{(c)}$ - (2%) (figure 1, c).

Similar thermodynamic results were shown by the Ni-Cr-C system (up to a temperature of 2273K) with 9 regions (table 1). The predominant volume is the phase region: $C_{(c)}$; $Cr_3C_{2(c)}$; $Ni_{(c)}$ - (86%), $Cr_{(c)}$; $Cr_3C_{(c)}$; $Ni_{(c)}$ - (7%), $Cr_7C_{3(c)}$; $Cr_3C_{2(c)}$; $Ni_{(c)}$ - (3%) and $Cr_3C_{(c)}$; $Cr_7C_{3(c)}$; $Ni_{(c)}$ - (2%) (figure 1, d).

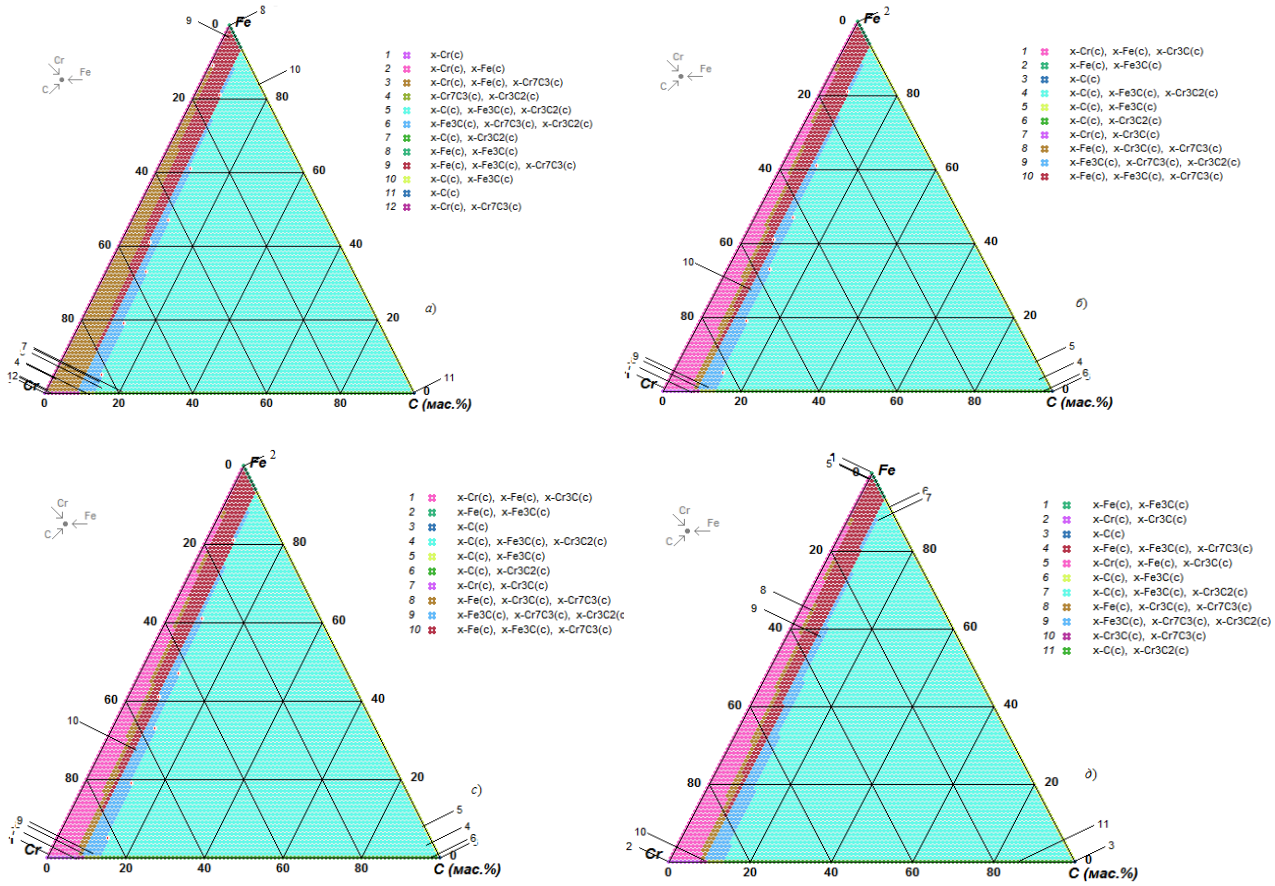


Figure 2 - Phase composition diagram of Fe-Cr-C triple system at temperatures: 1673K (a), 1873K (b), 2073K (c), 2273K (d)

The next investigated triple system (Fe-Cr-C) up to a temperature of 1673K define 12 regions with different concentrations (table 2). The predominant in volume are the phase regions: $C_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$; $Cr_3C_{2(c)}$ - (85%), $Cr_{(c)}$; $Fe_{(c)}$; $Cr_7C_{3(c)}$ - (5%), $Fe_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$; $Cr_7C_{3(c)}$ - (5%) and $Fe_3C_{(c)}$; $Cr_7C_{3(c)}$; $Cr_3C_{2(c)}$ - (3%) (figure 2, a).

When the temperature increases, the results of the formation of phases of the Fe-Cr-C system (up to a temperature of 1873K) determine 10 regions. The most predominant in terms of volume are the phase regions: $C_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$; $Cr_3C_{2(c)}$ - (85%), $Cr_{(c)}$; $Fe_{(c)}$; $Cr_3C_{(c)}$ - (5%), $Fe_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$; $Cr_7C_{3(c)}$ - (5%) and $Fe_3C_{(c)}$; $Cr_7C_{3(c)}$; $Cr_3C_{2(c)}$ - (3%) (figure 2, b).

For comparative analysis of the results, the Fe-Cr-C system up to the temperature of 2073 and 2273K was studied on the Terra software complex. The results of calculations in the Fe-Cr-C system (up to the temperature of 2073K) show 12 regions with different concentrations (table 2). The most predominant in terms of volume are the phase regions: $C_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$; $Cr_3C_{2(c)}$ - (83%), $Cr_{(c)}$; $Fe_{(c)}$; $Cr_3C_{(c)}$ - (5%), $Fe_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$; $Cr_7C_{3(c)}$ - (5%), $Fe_3C_{(c)}$; $Cr_7C_{3(c)}$; $Cr_3C_{2(c)}$ - (3%) and $Fe_{(c)}$; $Cr_3C_{(c)}$; $Cr_7C_{3(c)}$ - (2%) (figure 2, c).

Using thermodynamic modeling in the Fe-Cr-C system (up to a temperature of 2273K), 11 regions with different contents were determined (table 2). The most predominant in terms of volume are the phase regions: $C_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$; $Cr_3C_{2(c)}$ - (83%), $Cr_{(c)}$; $Fe_{(c)}$; $Cr_7C_{3(c)}$ - (5%), $Fe_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$; $Cr_7C_{3(c)}$ - (5%), $Fe_3C_{(c)}$; $Cr_7C_{3(c)}$; $Cr_3C_{2(c)}$ - (3%) and $Fe_{(c)}$; $Cr_3C_{(c)}$; $Cr_7C_{3(c)}$ - (2%) (figure 2, d).

Table 2 - **Number of phase regions in Fe-Cr-C system at different temperatures**

Phases	1673K	1873K	2073K	2273K
	Content, %			
$Cr_{(c)}$	< 2	-	-	-
$Cr_{(c)}$; $Fe_{(c)}$	< 2	-	-	-
$Cr_{(c)}$; $Fe_{(c)}$; $Cr_7C_{3(c)}$	5	-	-	5
$Cr_7C_{3(c)}$; $Cr_3C_{2(c)}$	< 2	-	< 2	-
$C_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$; $Cr_3C_{2(c)}$	85	85	83	83
$Fe_3C_{(c)}$; $Cr_7C_{3(c)}$; $Cr_3C_{2(c)}$	3	3	3	3
$C_{(c)}$; $Cr_3C_{2(c)}$	< 2	< 2	< 2	< 2
$Fe_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$	< 2	< 2	< 2	< 2
$Fe_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$; $Cr_7C_{3(c)}$	5	5	5	5
$C_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$	< 2	< 2	< 2	< 2
$C_{(c)}$	< 2	< 2	< 2	< 2
$Cr_{(c)}$; $Cr_7C_{3(c)}$	< 2	-	-	-
$Cr_{(c)}$; $Fe_{(c)}$; $Cr_3C_{(c)}$	-	5	5	-
$Cr_{(c)}$; $Cr_3C_{(c)}$	-	< 2	< 2	< 2
$Fe_{(c)}$; $Cr_3C_{(c)}$; $Cr_7C_{3(c)}$	-	< 2	2	2
$Cr_3C_{(c)}$; $Cr_7C_{3(c)}$	-	-	< 2	< 2

Discussion. Analysis of the results shows that the composition and number of phases formed in the field diagram temperature range 1673-2273K divided into several areas. In the Ni-Cr-C system in the temperature range 1673-2273K, the formed phases do not change with increasing temperature. The main, dominant phase is the phase: $C_{(c)}$; $Cr_3C_{2(c)}$; $Ni_{(c)}$. It is a base metal forming phase with a content of 86-88%. The processed results of the thermodynamic analysis in the Fe-Cr-C system are detailed with the indication of the smallest number of changing phases. With increasing temperature, the phase $C_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$; $Cr_3C_{2(c)}$ slightly changes the concentration from 83-85%. From the given data (table 2) the contents of the remaining existing phases change, the contents of these existing phases change their shape with increasing temperature or are removed.

The use of thermodynamic modeling in predicting metallurgical processes occurring in high-temperature regions in the systems Ni-Cr-C and Fe-Cr-C allowed to establish the mechanism of the main chemical reactions and to determine the real stoichiometric ratio of reactions and to show the correct record of the reaction on the basis of compliance with the conditions of phase equilibrium in the system. The obtained results provide the basis for the preparation of a specified material balance of melting of iron-nickel alloys and the possibility of regulating the composition of the alloy.

REFERENCES

[1]. Simbinov R.D. Thermodynamic modeling of high-temperature processes in the Ge-O-C system. Izv. MON RK, NAS RK. Ser. chem. Almaty. 2002. №1, P. 87-91.

[2]. Sergeeva G.E. Development and research of technology of magnetic roasting processing of ferromanganese ore Western Kamys: 23.12.16. Diss. dock. phil. PhD: - Karagandy, 2016. - P.118.

Келаманов Б.С., Ерсайынова А.А., Әбдірашит А.М., Мухамбеткалиев А.Б., Қазбек Д.Д.

Ni-Cr-C және Fe-Cr-C жүйелеріндегі термодинамикалық үрдістерді модельдеу және талдау

Түйіндеме. Бұл мақалада Ni-Cr-C және Fe-Cr-C үштік жүйелерге арналған «Terra» бағдарламалық кешенін қолдану арқылы термодинамикалық есептеулерді зерттеу мәселелері қарастырылған. Әртүрлі қолданыстағы фазалардың сипаттамалары, құрамы және олардың түрлі температурадағы өзгеру динамикасы зерттелді. Алынған нәтижелер темірхромникель қорытпаларын балқытудың нақты материалдық тепе-теңдігін жасау негізін және қорытпаның құрамын реттеу мүмкіндігін береді.

Кілт сөздер: термодинамика, фаза, жүйе, фазалық облыстар, термодинамикалық-диаграмды талдау.

Келаманов Б.С., Ерсайынова А.А., Әбдірашит А.М., Мухамбеткалиев А.Б., Қазбек Д.Д.

Моделирование и анализ термодинамических процессов в системах Ni-Cr-C и Fe-Cr-C

Резюме. В статье рассмотрены вопросы исследования термодинамических расчетов с использованием программного комплекса «Terra» для тройных систем Ni-Cr-C и Fe-Cr-C. Были исследованы характеристики разных существующих фаз, содержания, и их динамика изменения при различных температурах. Полученные результаты дают основу составления конкретизированного материального баланса плавки железохромоникелевых сплавов и возможность регулирования состава сплава.

Ключевые слова: термодинамика, фаза, системы, фазовые области, термодинамически-диаграммный анализ.

[1]A.N. Murzakhmetov, [2]A. Infante Moro, [3]A.Y. Dyusembayev
([1]M.Kh. Dulaty Taraz State University, Taraz, Kazakhstan.
[2]Department of Financial Economics, Accounting and Operations Management at the University of Huelva, Huelva, Spain.
[3] al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
aslanmurzakhmet@gmail.com)

SOCIAL MEDIA AND NETWORKS AS A TOOL TO ANALYSIS OF TOURISTS PREFERENCES AND REQUIREMENTS

Abstract. Tourism business is communications and communication that provide new opportunities and prospects. Information and communication technologies (ICT) have revolutionized the field of tourism, providing a wide range of new services for tourists and the tourism business. Tourists and travel companies often use statistics from social networks, generating constantly new data on tourism. This information has a huge impact on tourism decisions. Therefore, the role of ICT in tourism is great, because it is information that is the object of activity of the tourism industry, they are able to process information optimally, with maximum efficiency. In this regard, the paper describes the methods and tools of data analysis in social networks, as well as the impact of social media and networks on tourism decisions, through a review of the existing literature in this field. Concluding that social networks have the properties of communication, mobility, accessibility and versatility. Therefore, they contribute to the promotion of the business, forming loyal customers at low cost.

Keywords: social network, tourism, media, information technology, internet, impact of social networks.

Introduction. Nowadays the attention of specialists in various fields is paid to such a concept as social media. Social media is part of the interactive media, one of the communication channels of both individual users and entire corporations and companies. It is worth noting that often such concepts as “social media” and “social networks” are used as synonyms that identify and replace each other. Social media is a new kind of online media, where any Internet user can become a participant in the process of creating, storing and disseminating information to the general public. Social media create an interactive environment in which users interact with each other, building all kinds of communications for the exchange of information and suggest two-way communication between users who have the ability to create their own media content [1]. Social media is an effective tool for building communications between different groups of consumers and users, similar in terms of various signs, needs and interests [2], [3], [4], [5].

In [6] was investigated social influence theory and personality. Based on 381 answers, the responses, revealed two dominant reasons for the influence of people transmitted through social networks: first, perceived enjoyment was the most important motive for travelers to share their travel experiences on online networks and travel websites. Second, security and privacy issues are the top latent reasons.

A special place in the list of innovative tools for promoting travel products and services is occupied by SMM - marketing, which is based on the use of various kinds of social media. “Already no one doubts that using the capabilities of social media and social networks to promote destinations is an effective and promising strategy” [7]. Today, social networks have cross-border audience reach, which is increasing daily. Its scale can be compared with the population of the country, included in the top three in terms of numbers. The history of the development of social networks is dynamically replenished with new discoveries and today social networks are a powerful tool in the development of not only social communication, but also in many other areas, including tourism. They play a particularly important role in the context of the tasks of strengthening cultural principles in society. Public information that users leave on social networks is more often used in scientific, marketing, journalistic and cultural studies. In this regard, studies [8], [9], [10], [11]

concerning models of informational influence in social networks are interesting. “Social networks are social structures consisting of many agents and a lot of relationships defined on it, a set of connections between agents, for example, dating, friendship, cooperation, influence, communication” [12]. Thus, a social network is presented as a kind of social structure consisting of a group of nodes, which are social objects, as well as links between them, where users exchange information about themselves and their interests with friends, colleagues and others by publishing posts in the form of text, video, audio, photo, location or links to things that are relevant to area of interest. These published informations can contribute to the community’s influence on a specific tourism decision. Tourism research most often uses geotags for photographs. For example, Indaco and Manovich analyzed 7 million 442 thousand geotags of photographs located in Manhattan in order to compare the inequality in the distribution of Instagram images with the income level of the population, unemployment and rent for housing [9]. In another study, Kadar and Gede identified the most attractive tourist spots in Budapest using geotagged photographs obtained from the Flickr service [10]. In addition to assessing the attractiveness of tourist attractions, studies were conducted on the analysis of the movement of tourists. It was found that in most cases, tourists go to nearby attractions [11]. In social networks, it all depends on the coefficient of information influence, if it is high, then success depends only on the number of participants who watched the post. In this category, there are well-known typical sites such as Facebook, VKontakte, blogs as Blogger, LiveJournal and microblogging as Twitter, photo hosting as Instagram, Picasa, Flickr and video hosting as YouTube and others.

In social networks, the process of information disseminating is not traditionally from top to bottom, but, conversely, from bottom to top. The main feature of social networks is that everyone can become a user regardless of gender, age, religious and ethnicity, and most importantly, regardless of the level of culture and education [12]. Thus, social networks are a key element for the further development of communities and in the near future, they will be an integral tool for any activity. In this paper, we also want to highlight the following important characteristic features of the social network Facebook and Vkontakte, since they are the most popular social networks in Kazakhstan: 1. Reach: any person gets the opportunity to reach a global audience; 2. Accessibility: a social network does not require large investments; 3. Simplicity: there is no need for special skills and professional training courses; 4. Mobility: communication can be carried out almost instantly; 5. Flexibility: in a social network, information can be changed almost instantly by comments or editing.

In the modern globalization world with its possibilities of cross-border audience reach, social networks play a decisive role become an important component in tourism. Modern tourism is an intensively developing sociocultural phenomenon, relevant area of human activity, education, consumption, pastime, due to the system of human interaction with the world. Tourism actively interacts with the spheres of culture, education, leisure, mass media. Internet resources about tourism, as well as corresponding television programs, have the property of visualization, and in terms of information content they surpass the capabilities of television, offering a variety of information about tourist facilities and services. In this regard, the role of the social networks in promoting a tourism product is significantly increasing. Moreover, todays, the state is also involved in this process. Governments are actively using the platform of the social network Facebook to advertise the national tourism product. By uploading video materials to social networks videos or photos about sights and cultural and historical heritage cities thereby attract potential tourists. Through the social network, the tourism market is “clearly visible”, since there is no censor in this format that controls the rules for providing information. Thus, through a social network, a new generation of tourists receives information that is called "first-hand" reliable and accurate. Tourist online can get answers to your questions.

Methods. For the analysis of social networks, there are many applications for modeling interactions and processes in the network, for calculating certain network parameters and for visualizing the network graph. For such applications, an important requirement is the ability to process a very large amount of data. In this regard, the processing process is often parallelized. Let us consider some of them:

Popsters [13] - Analyzes content on social networks. Works with all popular platforms as VKontakte, Odnoklassniki, Facebook, Instagram, Telegram, Twitter, YouTube, Pinterest and others. Finds the most popular posts for any page, according to ER, the dependence of involvement on the amount of text, type of content, time of publication of the post. The report for any period can be downloaded in a convenient format, it is completely ready for sending to the client.

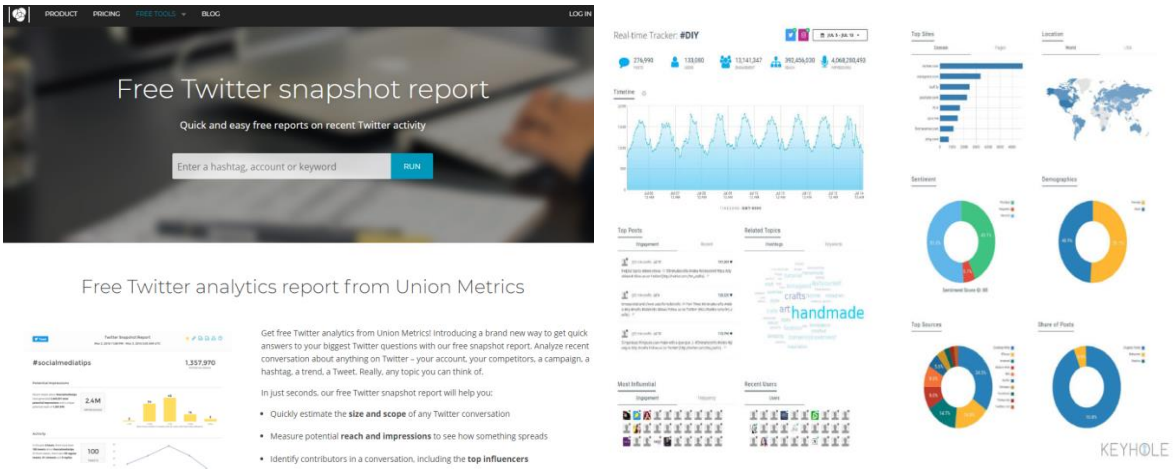
Audiense [14] - A tool for discussion analytics. It monitors the reaction to content, analyzes the audience and offers tools to increase engagement.

a *b*

Fig. 1 - Main pages of Popsters (*a*) and Audiense (*b*)

TweetReach [15] - A simple service for collecting data about a specific user, hashtag or keyword. It helps to monitor trends and collect user reactions to publications on various topics.

Keyhole [16] - Monitors trends in real time, analyzes engagement with published posts and offers optimal publication time. Suitable for finding relevant topics on Facebook, Instagram and Twitter.



a *b*

Fig. 2 - TweetReach (*a*) and Keyhole (*b*)

Brand24 [17] - Monitor references and determine their tonality, track the popularity of topics and identify trends, analyze opinion leaders.

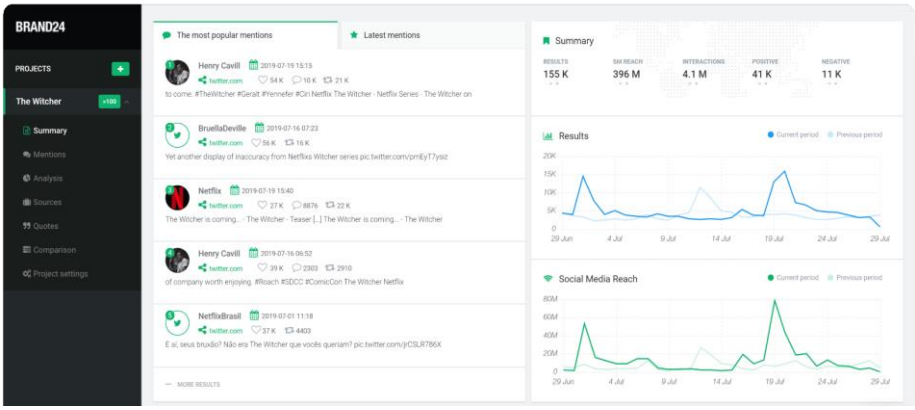
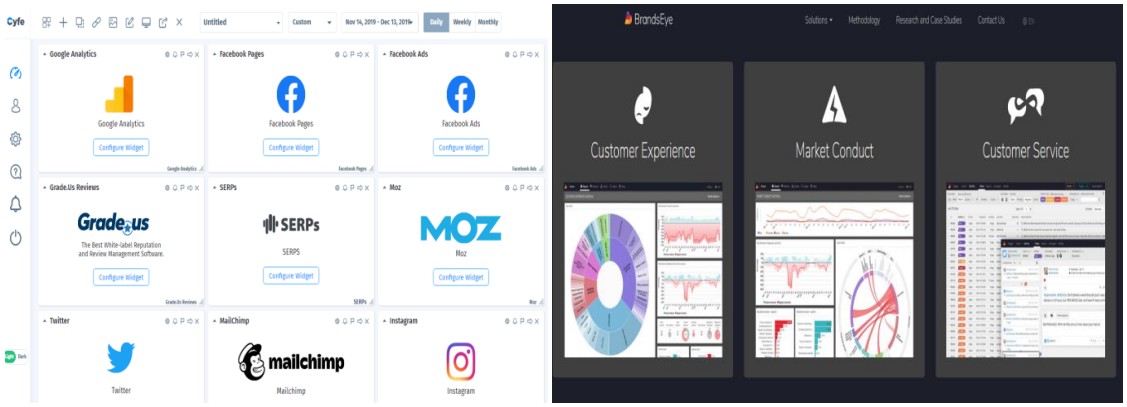


Fig. 3 - Brand24 soft interface

Cyfe [18] - Another dashboard for compiling statistics from different platforms. In addition to social networks, you can connect Google Analytics, AdSense, MailChimp, WordPress and other services in Snau. When using up to 5 widgets, it works for free.

BrandsEye [19] - Monitors brand mentions in online social networks and print media, prepares detailed analytics based on reviews.



a *b*

Fig. 4 – Soft interfaces of Cyfe (*a*) and BrandsEye (*b*)

Lucidya [20] - The tool uses machine learning to work with big data. Analyzes content, discussions, authors. Unusual function: a map with visualization of live broadcasts and posts in real time, where you can search for publications from different platforms by keywords or hashtags.

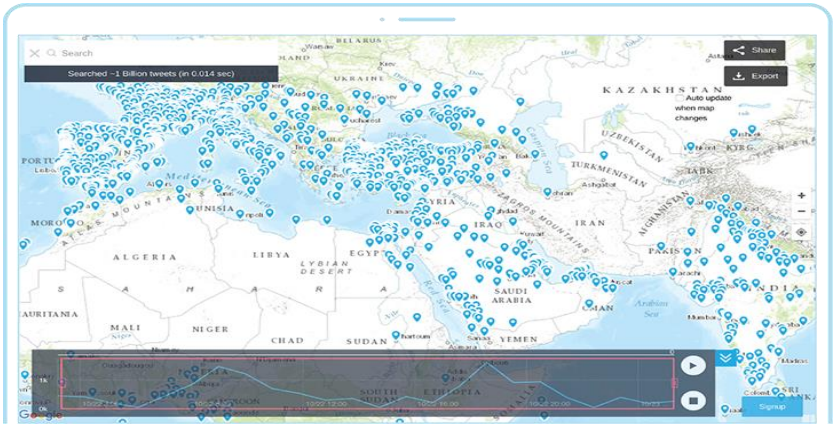


Fig. 5 - Lucidya soft page

Conclusion. Through a business prism, social media is the best tool in the context of integration and globalization, contributing to the promotion of the business, forming loyal customers at low cost. All social media have certain properties that determine their features and specifics. First of all, it is interactivity, as an opportunity to communicate between users and exchange various kinds of content, which is the basis of the development of the information society and an indicator that characterizes the speed of one user getting in touch with another. In addition, social media have the properties of communicative, mobility, accessibility, versatility.

REFERENCES.

[1] Levina E.Y., Apanasyuk L.A., Yakovlev S.A., Faizrakhmanov I.M., Revzon O.A., Seselkin A.I. Quality as a Factor of Social Responsibility of Education // Modern Journal of Language Teaching Methods. 2017. No. 4, pp. 34- 54.

[2] Murzin F.A., Dubynin S.V. Modifikacija teorii social'nogo vlijanija Latane dlja komp'juternyh social'nyh setej // Tehnika. Tehnologii. Inzhenerija № 1 (01) 2016, pp. 14-17 (in Rus.).

[3] Grashin S.A. Aktual'nye aspekty planirovanija territorial'nogo turizma // Nauka – promyshlennosti i servisu. 2010. Vol.2. No. 5, pp. 289-293 (in Rus.).

[4] Sun N., Rau P.P.-L., Ma L. Understanding lurkers in online communities: A literature review // Computers in Human Behavior, 2014.Vol .38, pp. 110-117.

[5] Bondarenko V.A., Azizov V.V. Social media marketing: voprosy aktual'nosti primenenija // Koncept. – 2014. – Specvypusk No. 17. pp. 1-5 (in Rus.).

[6] Oliveira T., Araujo B., Tam, C. Why do people share their travel experiences on social media? // Tourism Management. Vol. 78, June 2020.

[7] Khoreva L.V., Golev M.S. Informatsionnye tekhnologii v sisteme prodvizheniya uslug turistskoi destinatsii na mezhdunarodnyi rynok // Teoriya i prak-tika servisa: ekonomika, sotsial'naya sfera, tekhnologii. 2016. No. 2, pp. 41-46 (in Rus.).

[8] Wood W., Hayes T. Social influence on consumer decisions: Motives, modes, and consequences // Journal of Consumer Psychology, 2012. No. 22, pp. 324-328.

[9] Sedera D., Lokuge S., Atapattu M., Gretzel U. Likes—the key to my happiness: The moderating effect of social influence on travel experience // Information & Management, 2017. 54 (6), pp. 825-836.

[10] Wang Y., Fesenmaier D.R. Modeling participation in an online travel community // Journal of Travel Research, 2004. 42 (3), pp. 261-270.

[11] Gubanov D.A. Modeli informacionnogo vlijanija v social'nyh setjah. Dis. kand. tehn. nauk. - M., 2009. - S. 3 (in Rus.).

[12] Indaco A., Manovich L. Urban social media inequality: definition, measurements, and application // Gorodskie issledovaniya i praktiki. 2016. No. 1, pp. 11–23.

[13] Kadar B., Gede M. Where do tourists go? Visualizing and analysing the spatial distribution of geotagged photography // Cartographica. The International J. Geographic Information and Geovisualization. 2013. Vol. 48. No. 2, pp. 78–88.

[14] Vu H.Q., Li G., Law R., Ye B.H. Exploring the travel behaviors of inbound tourists to Hong Kong using geotagged photos // Tourism Management. 2015. Vol. 46, pp. 222–232.

[15] Batura, T. V. Metody analiza komp'juternyh social'nyh setej // Vestnik NGU. Serija: Informacionnye tehnologii. Novosibisrk, 2012. Tom 10, Vyp. 4. Pp. 13–28 (in Rus.).

[16] https://popsters.ru/app/dashboard

[17] https://audiense.com

[18] https://unionmetrics.com/free-tools/twitter-snapshot-report

[19] https://keyhole.com

[20] https://brand24.com

[21] https://www.cyfe.com

[22] https://www.brandseye.com

[23] https://lucidya.com

Мурзахметов А.Н., Моро А.И., Дюсембаев А.Е.

Әлеуметтік медиа мен желілер туристердің қалауы мен қажеттіліктерін талдау құралы ретінде

Түйіндеме. Туризм бизнесі - бұл жаңа мүмкіндіктер мен перспективалар беретін коммуникация және байланыс. Ақпараттық және коммуникациялық технологиялар (АКТ) туристерге және туристік бизнеске жаңа қызметтердің кең спектрін ұсынатын туризм саласында төңкеріс жасады. Туристтер мен туристік компаниялар туризм жайлы жаңа мәліметтерді талдай отырып әлеуметтік желілердің статистикалық ақпараттарын жиі пайдаланады. Бұл ақпарат туризм шешімдеріне үлкен әсер етеді. Сондықтан туризмдегі АКТ-ның рөлі зор, өйткені дәл осы АКТ туризм индустриясы қызметінің объектісі болып табылады және ақпаратты тиімді әрі максималды өңдеуге мүмкіндік береді. Осыған байланысты, бұл мақала әлеуметтік желілердегі деректерді талдаудың әдістері мен құралдарын, сондай-ақ осы саладағы әдебиеттерді шолу арқылы әлеуметтік медиа мен желілердің туристік шешімдерге әсерін сипаттайды. Әлеуметтік желілерде байланыс, ұтқырлық, қол жетімділік және әмбебаптық қасиеттері бар екендігі туралы қорытынды жасалды. Осылайша олар арзан бағамен адал клиенттерді қалыптастыру арқылы бизнесті дамытуға өз үлестерін қосады.

Түйін сөздер: әлеуметтік желі, туризм, медиа, ақпараттық технологиялар, интернет, әлеуметтік желілердің әсері.

Мурзахметов А.Н., Моро А.И., Дюсембаев А.Е.

Социальные медиа и сети как инструмент анализа предпочтений и потребностей туристов

Аннотация. Туристический бизнес - это коммуникация и общение, которые обеспечивают новые возможности и перспективы. Информационные и коммуникационные технологии (ИКТ) произвели революцию в сфере туризма, предоставляя широкий набор новых услуг для туристов и туристического бизнеса. Туристы и туристические компании часто используют статистические данные социальных сетей, генерируя постоянно новые данные о туризме. Эта информация имеет огромное влияние на туристические решения. Поэтому роль ИКТ в туризме велика, ведь именно информация является объектом деятельности туристской отрасли, именно они способны обработать информацию оптимально, с максимальной эффективностью. В связи с этим, в работе описываются методы и инструменты анализа данных в социальных сетях, а также влияние социальных медиа и сетей на приянятия решений в области туризма посредством обзора существующей литературы в этой области. Делая вывод, что социальные сети обладают свойствами общения, мобильности, доступности и универсальности. Поэтому они способствуют продвижению бизнеса, формируя лояльных клиентов по низким ценам.

Ключевые слова: социальная сеть, туризм, медиа, информационные технологии, интернет, влияние социальных сетей.

ӘОЖ:669:539.219.3.

G.M. Ibrayeva, B.M. Sukurov
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan. Institute of Metallurgy and Ore Beneficiation, Almaty, Kazakhstan.
ORCID.ID0000-0002-3005-4021g.ibrayeva@satbayev.university

MICROANALYSIS OF THE DIFFUSION ZONE OF THE AL-CO SYSTEM

Abstract. Microstructure and element composition of samples having diffusion zone and reaction zone (DZ&RZ) of Al-Co system obtained by means of contact smelting at 1375 °C for 1 hour were studied in cross-section by means of scanning electron microscopy and electron probe microanalysis (SEM-EPMA). The following intermetallic compounds $CoAl_3$, Co_2Al_5, CoAl, β' + (αCo), as well as solid solution of AL in (αCo) were identified using the spot energy-dispersion analysis (EDS). Using the methods of linear EDS and wave-dispersion (WDS) analysis the profiles of element concentrations were obtained. These concentration profiles indicate that $CoAl_3$, Co_2Al_5, CoAl и β' + (αCo) are able to form solid solutions in each other. Microstructural peculiarities of DZ&RZ forming the layers CoAl3, Co2Al5, CoAl и β' + (αCo) can simulate the actual structural pattern of Al-Co alloys (as-cast).

Key words: intermetallic compounds, microstructure, scanning electron microscopy, electron probe microanalysis.

Г.М. Ибраева, Б.М. Сукуров
(Satbayev University, Алматы, Қазақстан. «Институт металлургии и обогащения», Алматы, Казахстан.
ORCID.ID0000-0002-3005-4021. E-mail: g.ibrayeva@satbayev.university)

Al-Co ЖҮЙЕСІНІҢ ДИФФУЗИЯЛЫҚ АЙМАҒЫН МИКРОТАЛДАУ

Түйіндеме. Түйіспелі балқыту әдісімен 1375 ºС кезінде Al-Co жүйесінің диффузиялық аймағы мен реакция аймағының үлгісі алынған. Үлгілердің көлденең қимасында элементтік құрамы мен микроқұрылымына растрлы электронды микроскопия және рентгеноспектралды микроталдау (РЭМ-РСМТ) көмегімен зерттеулер жүргізілген. Диффузиялық аймақ пен реакция аймағында көп қабаттар түзілген. Анықталған қабаттар құрамы бойынша интерметаллидті қосылыстардың құрамына сәйкес келуіне байланысты көп нүктелі ЭДС-талдауының көмегімен анықтамалық мәндермен салыстыру арқылы $CoAl_3$, Co_2Al_5, CoAl, β' +(αCo), сондай-ақ Al-дің (αCo)-тағы қатты ерітіндісіне сәйкестендіріліп тіркелді. Сызықтық энергодисперсті (ЭДС) және толқындисперсті (ТДС) талдау әдістерімен диффузиялық аймақ пен реакция аймағының компоненттер құрамы көлденең қимада қарастырылған. Анықталған интерметаллидті қосылыстардың бұл түрлері $CoAl_3$, Co_2Al_5, CoAl өзара қатты ерітінділер құруға қабілетті болып шықты.

Түйін сөздер: Интерметаллидті қосылыстар, микроқұрылым, микроскоп, рентгеноспектралды микроталдау.

Кіріспе

Металдық қосарланған жүйедегі диффузиялық аймақ пен реакция аймағы (ДАжәнеРА) микроқұрылымының түрленуін, ондағы түзілген интерметаллидті қосылыстардың өзара әрекеттесумен қатар ерекшеліктерін әр түрлі термодинамикалық жағдайларда ашуға көмектеседі. Бұл тәжірибелік үлгіде тиісті диаграмма бойынша аталған температурада барлық қосылыстардың түзілу реті дәл сол ретпен түзілуін күтеді. Осыған байланысты, үлгіде белгілі бір фазалық құрамның түзілуіне әкелетін диффузиялық атомдардың ауысуы тек физикалық процестермен емес, сондай-ақ химиялық процестерменде жүруі мүмкін. Сондықтан "диффузиялық аймақ" пен "реакциялық аймақ" терминдерін "ДАжәнеРА" –деп біріктіру қисынды болады [1-3]. Көптеген қосарланған жүйелер және одан да көп күрделі металл жүйелеріндегі диффузияның жүруі үлгідегі компоненттердің негізінде шектелмеген қатты ерітінділер мен жаңа фазалардың қалыптасуымен қатар жүреді, олар: интерметаллидті фазалардың түйіскен аралық концентрацияның қатты ерітінділері де болуы мүмкін [4]. Мұндай жағдайда түзілген әр қабаттағы компоненттер құрамын өлшеу арқылы жүйенің фрагменттерін бағалауға мүмкіндік туындайды. Қосарланған жүйедегі үлгінің ДАжәнеРА және интерметаллидті қосылыстар түзілетін қабаттарының құрылымын мен құрамын көлденең қимада анықтау тиімді.

Қабаттардың шекарасындағы құрамның кенеттен күрт көтерілуі диаграмма күйіне бір фазалы аймақтың шекарасына сәйкес келеді. ДАжәнеРА-ның көлденең қимасындағы элементтердің құрамы жайында ақпарат алу үшін, анықталған интерметаллидті қосылыстарға көп нүктелі микроталдау қолдану

қисынды. Талдаудың бұл түрі жинақталған деректерді ЕРМА бағдарламасының есептеу нәтижесі бойынша бұқаралық пайызбен, сондай-ақ атом (молярлық) пайызбен көрсетілуі маңызды болып табылады. Өйткені, тіркелген элементтердің атом пайызының үлесі қосылыстардың фазалық құрамдас үлесі ретінде түсіндіріледі. Қабаттардағы шекараның басталған шегінен, аяқталған шегіне дейінгі аралықтың құрамын анықтап, оны өлшеу үшін көп нүктелі ЭДС-микроталдау әдістемелік тәсілді пайдаланған өте маңызы. Бұл талдаудың ерекшелігі, зерттелетін аймаққа талдау сызығын жүргізу арқылы, оған қойылатын әрбір нүктенің санын, ара қашықтығын есептеу арқылы қомақты нәтижелерге қол жеткізуге болады.

Көлденең қимадағы қабаттардың құрамын, ондағы элементтердің орналасу көрінісін, көп нүктелі ЭДС- талдаумен қатар сызықтық ТДС-талдау да береді [3].

Эксперименталдық бөлім

Қосарланған металлдық жүйе ретінде Al-Co жүйесі таңдалды, өйткені бұл жүйенің қосылыстары мен қорытпаларына практикалық қызығушылық күннен күнге артуда [5]. ДАжәнеРА көлденең қимасын алу үшін түйіспелі балқыту әдісі қолданылған. Үлгілерді дайындаған кезде изотермиялық 1375 ºС температурада ұстау ұзақтығы 1 сағат болды. Бастапқы материалдар ретінде алюминий (99,99 % Al) және кобальт (99,98 % Co) жалпақ тілімдер түрінде пайдаланды

Үлгілерді дайындау үшін, кесу кезінде үлгіні суытуға арналған фирмалық суспензиялары мен суы бар STRUERS Secotom-50 Tegramin білдегі қолданып, олардың көлденең қимасы алынды.

Үлгілердің микроқұрылымдық зерттеулері JEOL фирмасының микроанализаторы JXA-8230 аппаратында орындалды. ЕРМА бағдарламасымен басқарылатын энергодисперсті және толқындисперсті (ЭДС, ТДС) спектрометрлерді пайдалана отырып, ДАжәнеРА көлденең қимасында түзілген қабаттардың элементтік құрамы көп нүктелік ЭДС-талдау және сызықтық ТДС-талдаумен анықталды. Жұмысты орындау кезінде зерттелетін аймақтағы ЭДС-талдау жүргізу барысында нүктелерге қойылған аппаратуралық қателерді азайту үшін біркелкі кері-шашыраңқы тәртіптегі контраст алынған. Статистикалық қателікті анықтау үшін үлгідегі атом құрамының көрсеткіші нақты іс жүзіндегі көрсеткішпен теңестіріліп, ауытқу мүмкіндігі ± 0,05%-дан аспады.

ЭДС-талдау барысында ток шоғыры 4-тен 5,3нА және 15%-дан аспайтын уакытпен жүрді. ТДС-талдау кезінде ток шоғыры 10 нА-ден аспады.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

Al-Co жүйесінің компоненттері түйіскен жерде ДАжәнеРА құрылды. Түйісу шекарасында басқа да Al-Ti және Al-Ni жүйелерінде анықталғандай [7-9] ортақ шекараларары бар бірнеше қабаттар байқалады. Перитектикалық реакциялардың өту нәтижесінде, диаграммаға сәйкес кобальт элементінің тарапынан қабаттар пайда болған. Қабаттардағы әртүрлі контраст кері-шашыраңқы электрондарында жақсы келтірілген. Мұндай контраст әртүрлі компоненттердің құрамын білдіретін құрылымдық элементтерді сипаттайды [6]. Al-Co жүйесіндегі фазалардың әр түрлі температурада, және РЭМ-РСМТ арқылы алынғын микроқұрылымдардағы контраст және фазалардың қалыптасу реттілігі [9] жұмысында сипатталған.

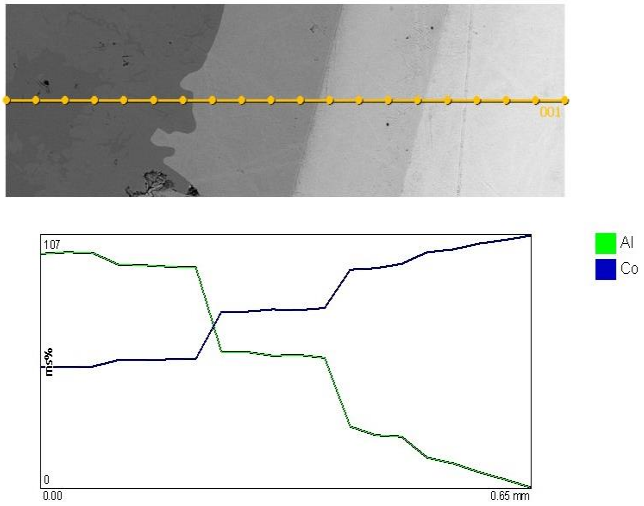
Қосарланған Al-Co жүйесінің интерметаллидті қосылыстарының құрамы көп нүктелі ЭДС-талдаудың көмегімен, және оларды анықтамалық мәндермен салыстыру арқылы анықталды. Интерметаллидті қосылыстардың құрамы тұрақты болып саналатын: $CoAl_3$, Co_2Al_5, CoAl, β' + (αCo) және Al-дің (αCo)-тағы қатты ерітіндісі анықтылды. ДАжәнеРА-ның әрбір қабаттағы шоғырлану аралығы 1-ші кестеде келтірілген.

Кесте 1 **Al-Co жүйесінің 1375ºС кезінде анықталған интерметаллидті қосылыстары**

№	ДАжәнеРА қабаттарының құрамы		Анықтама [12-13] *ат.%Co*	Фаза
	ат.% Al	*ат.%Co*		
1 қабат	20.65-18.1	79.35 -81.9	79-84	β'+ (αCo)
2 қабат	50.1-48.97	49.90-51.03	49.3-53.8	CoAl
3 қабат	71.74-71.00	28.26-29.00	27.5-28.8	Co_2Al_5
4 қабат	75.1-75.07	24.90-24.93	24. 3 -25.2	$CoAl_3$

Ескертетін жай, көрсетілген анықтамаларда және тәжірибелік өлшемдерде құрамның абсолюттік алшақтығы 2,5 ат.% Co аспай тұр. CoAl фазасынан $CoAl_3$ фазаға дейін стехиометриялық құрамы диаграмма деректерімен сәйкес келеді [10-11].

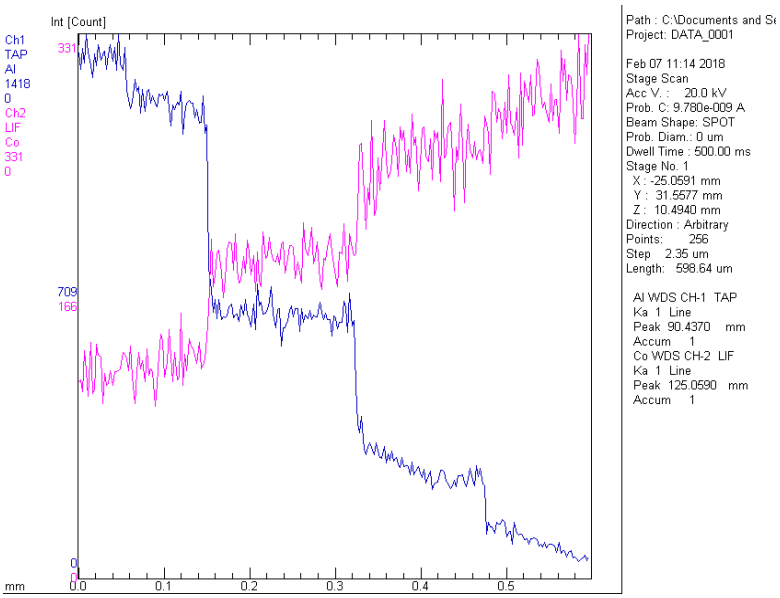
Мысал ретінде 1-кестеде көрсетілген бірінші қабаттың құрамынан бастап қарастырайық. Оның құрамы 79,35-81,9 ат.% Co аралығында тұр, бұл қабаттың құрамы 1400ºC кезінде түзілетін β' + (αCo) қатты ерітінді құрамына сәйкес келеді [12].



1-сурет. Көп нүктелі,сызықты ЭДС –талдау

Осы аймақта сызықты ЭДС-талдау көмегімен компоненттер құрамындығы бірнеше ерекшеліктер байқалды. Талдау сызықтарының өзгеруі тек секірмелі ғана емес, әрбір қабаттың шекарасында бірқалыпты баяу өзгеріске ұшырауы анықталды. Рентгендік сәулеленуден сызықтағы адсорбция әсерін жою үшін Kα (1) Co желісімен қатар Kβ(1) желісімен де өлшеу жүргізілді.

2-суретте белгілі бір аймақтағы ТДС-талдау мен ЭДС-талдау нәтижелері әрбір қабаттың шегінде тек оның құрамының біркелкілігін көрсетіп қана қоймай, оның өзгеру шегінің бірқалыпты қайталауын байқауға болады.



2-сурет. Сызықты ТДС –талдау

1-ші кестедегі деректерді 2-ші суретпен сәйкестендіріп салыстырғанда, $CoAl_3$ фазасы орналасқан аймақта құрамның 25,2 тен 28,8 ат.% дейін өзгергенін байқауға болады. . Ол Co_2Al_5 фазасының пайда болуына себеп болды. Бұл аймақта құрамның бойындағы талдау сызығы мардымсыз иілген, сол себептен айырмасы небәрі 2-3 ат.% құрайтынын ескереміз. Осындай өзгеріс β' + (αCo) және Al-дің (αCo)-тағы қатты ерітіндіге өту кезіндеде байқалады. Мұнда құрамның талдау сызығы алдыңғыға қарағанда айтарлықтай бұрышпен айқын көрсетілген. CoAl и β' + (αCo) аралығында Co_2Al_5 және CoAl фазалар аралығында талдау сызықтары секіріп басқаша көрсетілген. Бұл тәжірибенің нәтижелері көрсеткендей, $CoAl_3$, Co_2Al_5, CoAl фазалары және β' + (αCo) бір-бірінде дәл Al-дің (aCo)-тағы қатты ерітіндісі сияқты, өзара қатты ерітінділер құрайды.

Бинарлық Al-Co жүйесінің көлденең қимасында тағы бір маңызды құрылымдық ерекшелік болып, $CoAl_3$, Co_2Al_5, CoAl и β' + (αCo) түйіскен жерлеріндегі көрініс [12] жұмыстағы Al-30,5Co құйылған қорытпаның шынайы бейнесін қайталап көрсетті. Осы аталған жұмыста түйіспелі балқыту әдісімен алынған ДАжәнеРА қабаттарының арасындағыдай $CoAl_3$ и CoAl фазалар арасында тікелей байланыс байқалмады.

Қорытынды

Түйіспелі балқыту әдісімен 1375ºС термиялық ұстау 1 сағат ішінде Al-Co жүйесінде ДАжәнеРА кезекпен қалыптасқан қабаттар микроқұрылымы РЭМ-РСМТ әдістерінің көмегімен зерттелді.

Эксперименттік нәтижелерді анықтамалық мәліметтермен сәйкестендіру негізінде интерметаллидті қоспалардың мынадай түрлері: $CoAl_3$, Co_2Al_5, CoAl и β' + (αCo) анықталды.

Компоненттердің құрамын талдайтын сызықтарды ескере отырып, жоғарыда көрсетілген интерметаллидтті қосылыстардың өзара бір-бірінде қатты ерітінділер құрайтыны белгілі болды.

Көп қабатты ДАжәнеРА қалыптасуы $CoAl_3$, Co_2Al_5, CoAl фазалары және β' + (αCo) құйылған қорытпаның микроқұрылымдық бейнесін шынайы қайталай алатындығымен ерекшеленді.

Бұл жерде зерттеудің нәтижелерің келтіріңіз. Керек болса бір неше бөлімшелерді қосыныз. Осы пішінді сақтап бұл сөйлемдерді өшіріп өзініздің мәтінізді қойыныз.

Алғыс айту

Satbayev University, Металлургия және кен байыту институтының қызметкерлері: Физика-математика ғылымдарының докторы, техника ғылымдарының докторы, профессор В. Н. Володинге және техника ғылымдарының кандидаты А. В. Паничкинге бағалы кеңестері мен ескертулері үшін шексіз алғысымызды білдіреміз.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Гегузин Я. Е. Диффузионная зона. – М.: Наука, 1979. – 344 с.

[2] Kodentsov A.A., BastinG.F.,Van Loo F.J.J. The diffusion couple technique in phase diagram determination. // J. Alloys and Compounds. –2001. – № 2.– P.207–217.

[3] Oskaya C., Rudolphia M., Affeldtb E.E., Schützea M., Galetza M.C. Evolution of microstructure and mechanical properties of NiAl-Diffusion coatings after thermocyclic exposure // Intermetallics. – 2017. – V89.– P.22–31. https://doi.org/10.1016/j.intermet.2017.05.012

[4] Бокий Г. Б. Кристаллохимия. М: Наука, 1971. – 400 с.

[5] Lekatou A., Sfikas A. K., Petsa C., Karantzalis A.E. Al-Co Alloys Prepared by Vacuum Arc Melting: Correlating Microstructure Evolution and Aqueous Corrosion Behavior with Co Content. // Metals. – 2016. – V6. – P.46. https://doi. org/10.3390/met6030046

[6] Reed S.J.B. Electron microprobe analysis and scanning electron microscopy in geology. M.: Cambridge University Press. – 2005. – N2. – 192 pp. https://doi.org/10.1017/CBO9780511610561

[7] Ibraeva G. M., Sukurov B.M., Aubakirova R. K., Mansurov Yu. N. Titanium aluminides formed in diffusion zone between Al and Ti. // Vestnik KazNRTU. – 2018. – №3(127). – P.241-247.

[8] Ibraeva G. M., Sukurov B.M., Aubakirova R. K., Mansurov Yu. N. Multilayer structure formed in diffusion zone of Al-Co and Al-Ni system. // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences. – 2018. – V 3. – P. 57-63.

[9] Ibraeva G. M., Sukurov B.M., Aubakirova R. K., Kalipekova M.K., Zhunusova S.S. Microstructural Peculiarities Of Aluminides Of Nickel, Titanium, And Cobalt. // Kompleksnoe ispol'zovanie mineral'nogo syr'ya. – 2019. – V1. – P.5-11. https://doi.org/10.31643/2019/6445.01

[10] Predel B. Madelung O. Springer Materials Al-Co (Aluminum-Cobalt) Landolt-Börnstein - Group IV Physical Chemistry 5A (Ac-Au – Au-Zr) [Электрон. ресурс] – 2019. – URL:http://materials.springer.com/lb/docs/sm_lbs_978-3-540-39444-0_97 10.1007/10000866_97 (дата обращения: 23.10.2019).

[11] Диаграммы состояния двойных металлических систем. Справочник / под общ.ред. Н.П. Лякишева. – М.: Машиностроение. – 1996. – Т. 1.– 992 с.

[12] Stein F., He C., Dupin N. Melting behaviour and homogeneity range of B2 CoAl and updated thermodynamic description of the Al-Co system. // Intermetallics. – 2013. – V.39. – P.58-68. https://doi.org/10.1016/j.intermet.2013.03.011

Ибраева Г.М., Сукуров Б.М.

Микроанализ диффузионной зоны системы Al-Co

Резюме. Микроструктура и элементный состав образцов диффузионной зоны и зоны реакции системы Al-Co, полученной методами контактного плавления при 1375 °С, были изучены в поперечном сечении с помощью растровой электронной микроскопии и рентгеноспектрального микроанализа (РЭМ-РСМА). С помощью точечного ЭДС-анализа были идентифицированы интерметаллидные соединения путем сопоставления концентрации их компонентов со справочными значениями: $CoAl_3$, Co_2Al_5, CoAl, β' + (αCo), а также твердый раствор Al в (αCo). Методами линейного энергодисперсионного (ЕДС) и линейного волнодисперсионного (ВДС) анализов были получены профили концентрации компонентов, с помощью которых было установлено, что $CoAl_3$, Co_2Al_5, CoAl и β' + (αCo) обладают способностью создавать твердые растворы.

Ключевые слова: интерметаллидные соединения, микроструктура, микроскоп, рентгеноспектральный микроанализ.

УДК 622.24.

B.A. Bilashev, A.N. Tyurin, K.A. Iksanov , A.M. Bazarbayev
(West Kazakhstan Innovative and Technological University Uralsk Kazakhstan)
E-mail: bilashev@mail.ru

ANALYSIS OF THE HEAT PUMPS USE FOR OIL HEATING ON THE MAIN OIL PIPELINES

Abstract. The article describes the possibility of using heat pumps for heating oil on main oil pipelines when pumping high-viscosity and solidifying oils in the cold season.

Key words: oil, viscosity, oil pipeline, temperature, heating, heat pump.

Б.А Билашев, А.Н. Тюрин, К.А. Ихсанов, А.М. Базарбаев
(Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет Уральск Казахстан)
E-mail: bilashev@mail.ru

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ДЛЯ ПОДОГРЕВА НЕФТИ НА МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДАХ

Аннотация. В статье описывается возможность применения тепловых насосов для подогрева нефти на магистральных нефтепроводах при перекачке высоковязких и застывающих нефтей в холодное время года.

Ключевые слова: нефть, вязкость, нефтепровод, температура, подогрев, тепловой насос.

На территории Республики Казахстан действуют несколько месторождений высоковязкой нефти такие как Газонефтяное месторождение Каражанбас, Нефтегазовое месторождение Кенкияк, Нефтегазовое месторождение Сазанкурак, Нефтяное месторождение Кумсай. При транспортировке высоковязкой нефти возникают проблемы, связанные с неизбежным ростом гидравлического сопротивления магистрального нефтепровода.

Для перекачки нефти с таких месторождений на нефтепроводах применяются различные технологии перекачки высоковязких, высокозастывающих нефтей. В зимнее время, особенно в периоды резкого похолодания, температура нефти в трубопроводе снижается. Если гидравлическое сопротивление трубопровода значительно возрастает и превышает возможности насосного оборудования, то перекачку останавливают.

Один из самых эффективных способов снижения вязкости нефти — это её подогрев. При подогреве нефти улучшаются её реологические свойства, снижается вязкость, благодаря чему становится легче транспортировать её по трубопроводу. В начале подогрев нефти осуществляется в устье скважины, так как в этом месте она максимально густая. Для этого у скважины устанавливается печь, которая нагревает сырьё до 50°С. Далее, на установке по подготовке нефть подогревается до 70°С. и в процессе деэмульсации, она нагревается до 85°С.

При транспортировке нефти по магистральному нефтепроводу в зимнее время года за счёт теплообмена с окружающей средой температура её снижается и она остывает. Поэтому на трассе нефтепровода через каждые 25- 100 км устанавливаются пункты ее подогрева.Климатические параметры холодного периода года в Республике Казахстан представлен в таблице 1.

Таблица 1. **Климатические параметры холодного периода года**

Область, пункт	Температура воздуха					
	Абсолютная минималь-ная	наиболее холодных суток обеспеченностью		наиболее холодной пятидневки обеспеченностью		обеспечен-ностью
		0,98	0,92	0,98	0,92	0,94
	1	2	3	4	5	6
Северо-Казахстанская область						
Петропавловск	-45.0	-41.3	-39.3	-38.4	-34.8	-21.5
Сергеевка	-44.7	-40.9	-39.7	-39.3	-35.7	-22.2
Костанайская область						
Костанай	-43.1	-39.9	-37.6	-38.2	-33.5	-20.5
Аркалык	-43.2	-40.3	-36.3	-38.2	-31.2	-20.4
Торгай	-40.5	-38.9	-34.3	-36.4	-31.2	-20.2
Акмолинская область						
Астана	-51.6	-40.2	-35.8	-37.7	-31.2	-20.4
Кокшетау	-44.8	-42.0	-39.1	-38.0	-33.7	-19.9
Ерейментау	-44.3	-40.8	-36.3	-37.9	-31.9	-20.1
Степногорск	-44.4	-41.2	-36.6	-35.4	-32.2	-20.9
Павлодарская область						
Павлодар	-45.5	-42.2	-40.1	-39.6	-34.6	-22.0
Экибастуз	-43.1	-39.3	-38.3	-36.6	-32.8	-20.0
Баянауыл	-45.1	-40.7	-39.6	-38.9	-35.9	-17.9
Западно Казахстанская область						
Уральск	-43.0	-37.1	-32.2	-33.4	-29.6	-16.8
Аксай	-43.6	-36.2	-33.4	-34.1	-30.5	-17.2
Атырауская область						
Атырау	-37.9	-30.7	-29.0	-27.3	-24.9	-11.3
Кульсары	-36.2	-31.7	-28.9	-28.3	-26.6	-13.2
Мангистауская область						
Актау	-27.7	-22.6	-19.3	-19.7	-14.9	-3.5
Бейнеу	-34.7	-22.5	-19.3	-19.7	-14.9	-10.8
Актюбинская область						
Актобе	-48.5	-22.2	-19.6	-19.0	-15.1	-18.2
Шалкар	-45.0	-36.1	-32.4	-33.0	-29.9	-18.8
Карагандинская область						
Балкаш	-39.7	-34.5	-31.0	-32.6	-27.5	-17.6
Жезказган	-42.7	-34.8	-33.1	-33.4	-29.6	-18.6
Караганда	-42.9	-37.6	-34.7	-35.4	-28.9	-18.6
Восточно- Казахстанская область						
Аягоз	-44.9	-37.6	-36.3	-34.4	-32.8	-20.8
Семипалатинск	-46.8	-41.9	-38.8	-39.4	-35.7	-20.4
Усть-Каменогорск	-48.9	-43.7	-40.2	-40.7	-37.3	-22.9
Кызылординская область						
Кызылорда	-37.2	-29.4	-25.6	-27.8	-24.5	-11.7
Аральск	-37.9	-34.9	-32.1	-32.4	-28.9	-18.2
Южно- Казахстанская область						
Туркестан	-38.6	-32.6	-24.6	-26	-20.6	-6.2
Шымкент	-30.3	-25.2	-16.9	-17.76	-14.3	-4.5
Жамбылская область						
Тараз	-41.0	-32.6	-26.1	-27.4	-21.1	-7.8
Кордай	-37.8	-26.2	-24.0	-22.5	-19.5	-9.3
Алматинская область						
Алматы	-37.7	-26.9	-23.4	-23.3	-20.1	-8.1
Жаркент	-42.3	-24.7	-22.0	-23.6	-18.6	-9.3
Талдыкорган	-42.0	-31.6	-28.8	-29.3	-25.3	-12.5
Баканас	-45.0	-31.9	-28.7	-29.6	-26.7	-14.1

Применение на магистральном нефтепроводе технологии «горячей» перекачки требует строительства энергоемких пунктов подогрева нефти. Для перекачки с попутным пароподогревом необходимо строительство котельных установок, прямого паропровода и обратного конденсатопровода. Использование систем электроподогрева требует монтажа на трубопроводе систем попутного электроподогрева и их контроля, тепловой изоляции. Использование каждой технологии приводит к значительным капитальным и эксплуатационным затратам.

Одним из устройств, способных внести существенный вклад в экономию энергии, является тепловой насос. Вопросу использования тепловых насосов посвящены работы зарубежных исследователей Абузовой Ф.Ф., Бартош Е.Т., Бутузова В.А., Васильева Г.П., Везершвили О.Ш., Гаррис Н.А., Гранрида Е, Калнинь И.М., Макмайла Д., Меладзе Н.В., Мартынова А.В., Мартыновского В.С., Рея Д., Саннера Б., Хайнриха Г., Янтовского Е.И и др.

Анализ данных по распределению температуры грунта по глубине позволяет сделать вывод, что на глубине более 8 м температура грунта практически постоянна в течение года. Косвенно о температуре грунта можно судить по температуре грунтовых вод в данной местности. Грунт земли является самым большим аккумулятором энергии.

Конструктивно забор тепла от грунта может быть осуществлен с помощью тепловых насосов. Тепловой насос состоит из следующих основных компонентов: компрессора, конденсатора, испарителя, дросселирующего устройства, трубопроводов. В компрессоре рабочее вещество (например, газообразный фреон), поступающий от испарителя, сжимается, давление рабочего вещества повышается. В соответствии с универсальным газовым законом Менделева-Клапейрона его давление и температура увеличиваются. Работа сжатия газа идет на повышение энергии фреона, циркулирующего в тепловом насосе. В конденсаторе перегретые пары фреона охлаждаются до температуры конденса.

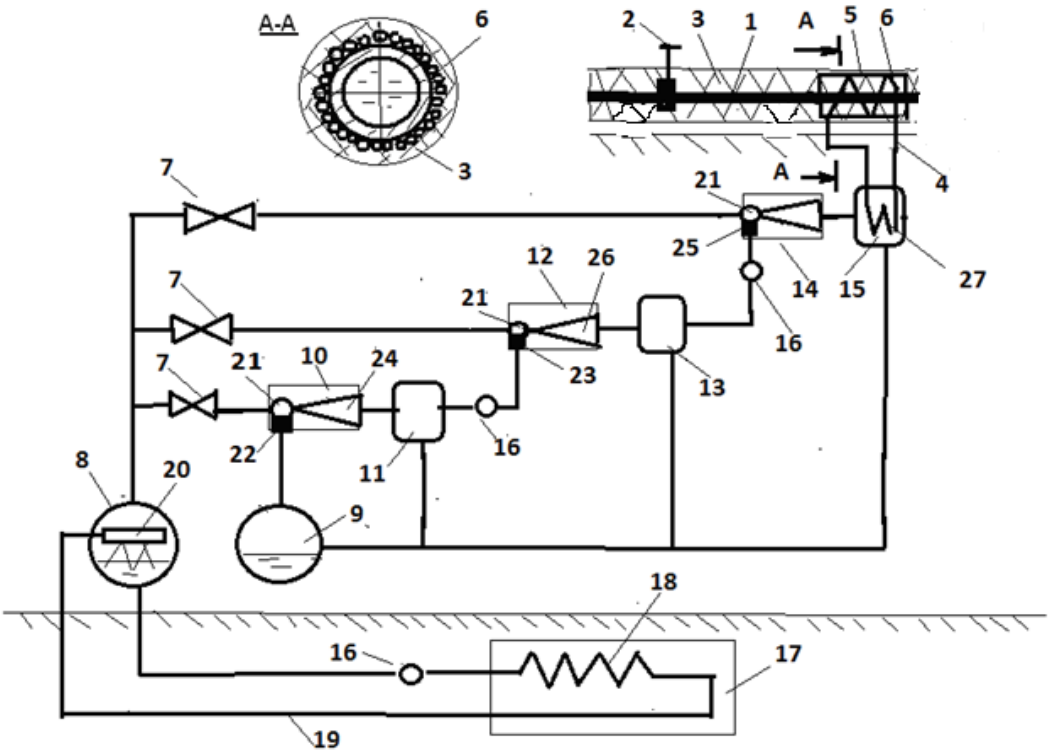


Рис. 1. Схема транспортного обогреваемого трубопровода:
1— секции из труб; 2 — запорная арматура; 3 — наружный изоляционный слой; 4 — нагревательный элемент; 5 —участки, расположенные на входе каждой секции; 6 — теплонагреватель; 7 — дроссели; 8 — генератор пара; 9 — испаритель; 10 — первый эжектор; 11— первый конденсатор; 12 — второй эжектор; 13 — второй конденсатор; 14 — третий эжектор; 15 — третий конденсатор; 16 — циркуляционные насосы; 17 — тепловой аккумулятор; 18 — змеевик теплового аккумулятора; 19 — соединительный трубопровод; 20 — генератор пара; 21 — сопла первого, второго и третьего эжекторов; 22 — приемная камера первого эжектора; 23 — приемная камера второго эжектора; 24 — диффузор первого эжектора; 25 — приемная камера третьего эжектора; 26 — диффузор второго эжектора; 27 — греющая труба

Патентная проработка и обзор литературы позволяют заключить, что случаи применения тепловых насосов в практике эксплуатации магистральных нефтепроводов не приведены. Поэтому несмотря на высокую стоимость тепловых насосов, использование природных источников низкотемпературного тепла для снижения гидравлического сопротивления и увеличения пропускной способности магистрального нефтепровода может быть эффективным и представляет собой задачу исследования.

Электроэнергия, вырабатываемая при работе когенерационной установки, идет на привод теплового насоса, циркуляционных насосов гидравлической обвязки и вентиляторного теплообменника. В качестве первой ступени нагрева нефти используется низкотемпературное тепло природного источника, которое затем трансформируют в тепловых насосах в источник подогрева нефти более высокого потенциала, а в качестве второй ступени нагрева нефти используют тепловую энергию, утилизируемую от когенерационной установки.

Тепловые насосы имеют существенные для практической реализации требования к источникам низкопотенциального тепла.

Таким образом, анализ современных тенденций развития теплонасосной техники показывает динамичное развитие технологий и технических решений для использования низкопотенциального тепла.

Применение тепловых насосов для подогрева нефти на магистральных нефтепроводах является актуальным направлением развития нефтяной промышленности Республики Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

[1] 1.Агапкин, В.М. Перекачка высоковязких и застывающих нефтей и нефтепродуктов зарубежом / В.М. Агапкин, С.Н. Челенцов. -М.:ВНИИОЭНГ обзорн. информ. 1974. - 88 с.

[2] Конева Н.С. Современные тенденции развития теплоносной техники//Промышленность. Прикладные науки. №11.- 2015.- стр 133-139.

[3] Максимов Е.А., Васильев В.И. Использование геотермальных источников тепла земли для обогрева местных сопротивлений магистральных нефтепроводов в зимнее время//Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. №2. – 2014. – стр. 7-10.

Билашев Б. А Тюрин А. Н Ихсанов К. А Базарбаев А. М.

Магистральдық мұнай құбырларында мұнайды жылыту үшін жылу сорғыларын қолдануды талдау

Түйіндеме. Мақалада жылдың суық мезгілінде жоғары тұтқыр және тез қатқыш мұнайларды магистральды мұнай құбырларында тасымалдау кезінде жылыту үшін жылу сорғыларын қолдану мүмкіндігі сипатталады.

Түйін сөздер: Мұнай, тұтқырлық, мұнай құбыры, температура, жылыту, жылу сорғысы.

УДК 656.2: 629.4.025

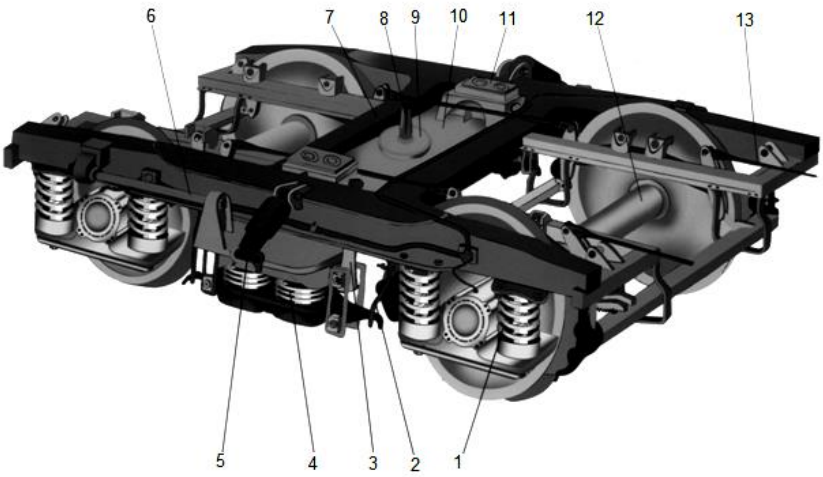
Z. Zhumekenova, V. Savinkin, A. Seitova, A. Abilmazhinova
(North-Kazakhstan State University named after M. Kozybayev,
Petropavlovsk, Kazakhstan,
e-mail: zhumekenova82@mail.ru)

CAUSES RESEARCH OF RESOURCE LONGEVITY DECREASE OF RAILWAY CARS' WHEEL PAIRS

Abstract. This article discusses the most common causes of wear of wheel pairs of railway cars, also indicates the impact of all loads acting on the car; the influence of the shape of the rolling surface (profile) of the wheel on the formation of shock loads and internal stresses. Recommendations on the choice of material for manufacturing wheels with characteristics that have increased wear resistance.

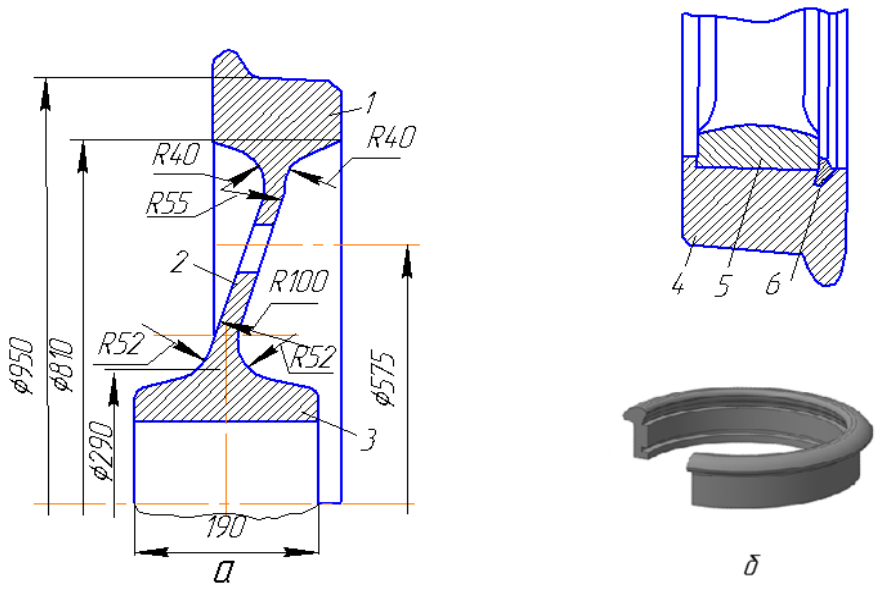
Key words: wheel pair, wheel profile, tread area, the wheel profile restoration, longevity.

The safety of the rolling stock movement depends on the reliability of the wheel set very much which is characterized by the ability of its trouble-free operation in difficult operating conditions. Due to the multi-element structure of the wheeled trolley (Figure 1) the running gear negatively affects the working element of the wheel, the rolling surface under dynamic influences and high values of gravity. The action of these forces creates cyclically changing loads reducing the resource and safety of railway cars' operation. Therefore, much attention is paid to the restoration of the railway car wheel profile [1,2].



1-axlebox suspension; 2- attachment clip; 3- prolonged coupling link; 4- bolster suspension;
5- hydraulic shock absorber; 6- radius rod; 7- bow; 8- pivot axle; 9- bearing socket;
10- bolster; 11- runner skids; 12- two wheel pair; 13- brake rigging
Figure 1- KVZ-CRIMR Trolley Model Design

Existing railway cars of general and special purpose have wheels of several designs [3]. According to the structural elements they are divided into bandless- integral (figure 2, a) consisting of a rim 1, a disk 2 and hub 3 and retaining- composite (figure 2, b) consisting of a band 4, wheel center 5 and a safety ring 6.



a- bandageless all-rolled; б- bandage
Figure 2- Wagon wheels

Steel seamless-rolled wheels have a number of significant advantages over retaining wheels [4]. In the process of carriage movement the rolling surfaces of the wheels are constantly in contact with the rails and are subjected to the intense action of various loads. In this case, the wheels, in contact with the rails on a small surface (2 ÷ 2,5 cm^2 of order) transmit large static and dynamic loads to them (up to 110 kN). As a result, significant deformations and large contact stresses σ_k occur in the place of the wheel contact with the rail causing fatigue cracks on the wheel surface.

To calculate the strength of the wheel set like any other part of the car, it is necessary:

• to determine the forces acting on it;
• to establish the stresses arising in its elements;
• to evaluate the strength and durability of the structure under consideration.

The wheel set is affected by almost all the loads acting on the wagon. We will determine those that most significantly affect the strength of the wheel set and are taken into account in the calculation of the axis developed by ARRIRT.

The vertical static load of a loaded wagon (btto) per axle neck is calculated by the formula

$$P_{st} = \frac{m_{bt} - m_n m_{whp} + 2m_n m_{acp}}{2m_n} g \frac{1+\bar{\lambda}}{2}; \quad (1)$$

where m_{bt}- wagon brutto weight;
m_n- number of wheel pair in a wagon;
m_{whp}- wheel pair weight;
m_{acp}- console part of an axis (from the end of the axis to the wheel plane);
g- intensity of gravity;

$\bar{\lambda}$ - average wagon load utilization coefficient (for passenger wagons $\bar{\lambda}$ = 1).

Therefore, according to the formula (1) a part of the weight of the wheel set axis is included in the neck load and the incomplete use of the carrying capacity when operating the cars is taken into account.

The vertical dynamic load due to vibrations of the sprung wheels is determined by the formula

$$P_d = P_{st} \cdot k_d \quad (2)$$

where c_d - coefficient of vertical dynamics.

Based on the statistical processing of experimental data and theoretical analysis taking into account the probability of dynamic loads repetition, ARRIRT recommends the formula

$$c_d = \lambda_v \cdot \left(A + \frac{B_v}{f_{sd}}\right); \quad (3)$$

here λ_v=1,0 - bogie axle value;
A=8,125 - value depending on the spring suspension flexibility of the wagon;
B=5,94·10^4 - value depending on the wagon type;
υ=15÷33 - wagon speed, m/s;
f_{sd} =0,0463 - static deflection of spring suspension, m.

Given the asymmetry of the oscillations the vertical dynamic load is considered applied to one neck and on the other it is taken equal to zero.

The vertical load from centrifugal force loading one neck and unloading the other, is

$$P_c = H_c \frac{h_c}{2_{b_2}}; \quad (4)$$

where H_c - centrifugal force of a wagon per one pair of wheels;
h_c - height of the center of wagon weight from the wheel set the axis;
$2b_2$ - the distance between the middle of the axis necks.

The vertical load from the wind pressure on the wagon side surface loading one axis neck and unloading the other is determined by the formula

$$P_w = H_w \frac{h_w}{2_{b_2 \cdot m_o}}; \quad (5)$$

where H_w - wind pressure acting on the wagon;
h_w - distance from the resultant wind pressure to the wheel set axis.

Due to the slow change in time of centrifugal force and wind pressure the probability of their repetition is assumed to be unity and they are taken into account in the same way as static load. Total vertical load:

on the left neck

$$P_1 = P_{st}(1 + k_d) + P_c + P_w \quad (6)$$

on the right neck

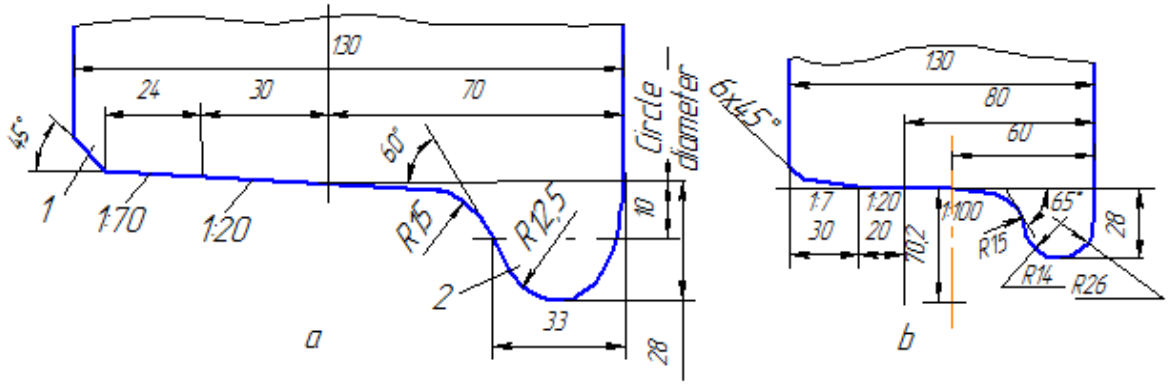
$$P_2 = P_{st} - P_c - P_w \quad (7)$$

Thus, in the most difficult loading conditions, rim 1 is located (figure 2, a) and especially its rolling surface. It has been calculated by calculation that when driving along curves as well as on straight sections of the track, wheels slip which leads to the appearance of an impact load and as a result to chipping of the areas affected by contact fatigue cracks and the formation of shells on the wheel rolling surface. This phenomenon occurs due to the tortuous movement of the wheel set or the difference in the diameters of the wheels pressed onto one axis. Therefore, when developing a technology for restoring wheels the metal of the rim 1 must have great strength, high toughness and wear resistance. The metal of the hub 3, held on the axis by elastic forces, must have the necessary viscosity and the metal of the disk 2- elasticity.

Previously, wagon wheels were made only by bandage using harder materials followed by heat treatment separately from the center to the profile. When it was extremely worn out it was replaced without changing the wheel center. Such wheels are now common in several Western European countries. However, they have significant disadvantages: lower strength and operational reliability, higher costs for the formation of wheel sets, a large weight (36 kg for wheels with a diameter of 950 mm). Therefore, the bandage wheels are replaced by steel bandage all-rolled [5,6].

When choosing and developing an effective method for restoring wagon wheels using thermo mechanical effects, it is necessary to comply with the requirements for changing and modifying the mechanical properties of machined wheels. Physical and mechanical properties of the restored wheels must comply with the following standards: temporary resistance $\sigma_B = 880 \div 1080$ MPa; elongation δ not less than 10%, relative narrowing ψ not less than 16%; Brinell hardness of at least HB = 2430 MPa (248 units) and impact strength KCU (KCV) at a temperature of T= 293 K (+ 20 °C) of at least 0.2 MDj / m^2.

Studies have established that for the rational interaction of the wheel and the rail track, the shape of the surface of the ride- the profile of the wheel ride (figure 3, a) is important. Its spatial dimensions and design geometry affect the formation of shock loads and internal stresses leading to fatigue processes preceding the development of micro cracks.



a- standard; b- MC CRI
Figure 3- Wheel surface profile

On the inner side of the rim there is a 2U comb protecting the wheel set from derailment. The height of the ridge h = 28 mm, thickness 33 mm, measured at a distance of 18 mm from its top [7]. The angle of the ridge inclination $\alpha = 60$ °. The conical riding surface has slopes of 1: 20 and 1: 7 and a chamfer 1 (figure 3, a). This shape of the wheel rolling surface provides free passage of wagons along curved sections of the track, centers the wheel pairs on straight sections and provides more uniform wear of the wheel rolling surface. However, the conical shape of the rolling surface causes a tortuous movement of the wheel set and with it the wagon as a whole.

A taper of 1: 7 and a chamfer during the run-out process raise the outer edge of the wheel above the rail head ensuring the passage of turnouts in the presence of rolled metal or an influx of metal on the wheels surface.

The skating circle is located at a distance of 70 mm from the inner face of the wheel and the distance between the skating circles of one wheel pair is 1580 mm.

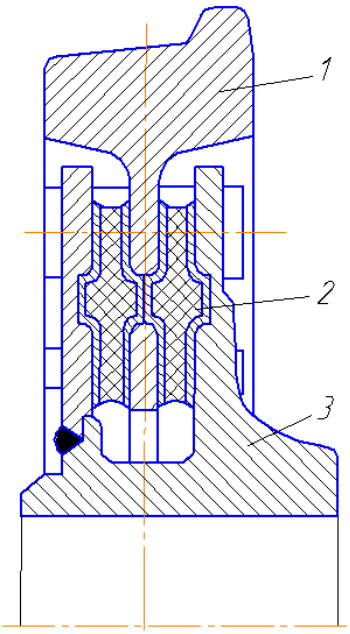
The All-Union Scientific Research Institute of Railway Transport (MC CRI) proposed a new profile for rolling a wagon wheel (figure 3, b). Preliminary experiments have shown that wheels with such a profile have 1.5 - 2 times less wear on the flanges. Increased to α = 65 ° the angle of inclination of the outer edge of the ridge increases the stability of the wheel bunks on rails and the safety of wagons' movement.

A similar profile of rolling a wagon wheel is introduced in a number of European countries. In this case, the angle of inclination of the outer face of the ridge is increased to 70°. According to studies of the International Union of Railways the use of a new profile reduces wheel wear by 30%, reduces the likelihood of derailment and improves the smoothness of the carriage.

Research institutes, wagon building and metallurgical factories recommend the manufacture of wheel structures made of low alloy steels which have increased resistance to the formation of fatigue and thermal cracks and increased wear resistance [8, 9].

To improve the interaction of the wheel set and the path by reducing the forces caused by the action of unpressed masses in many countries attempts are being made to create elastic wheels. This also increases the smoothness of the carriage and reduces the noise that occurs during movement.

Figure 4 shows the elastic wheel used in some series of Moscow metro cars. In this wheel between the rim 1 and the wheel center 3 are rubber elements 2, working in shear. The wheel, in contact with the rail on a small surface transfers large static and dynamic loads to it. When passing rail joints, crosses and other irregularities of the track, large shock forces develop and when braking, large friction forces arise; all this leads to intense wear and various damage to the surface of the wheel.



1- rim; 2- rubber elements; 3- wheel center

Figure 4- Elastic wheel

Under these conditions the correct choice of the diameter and thickness of the wheel rim is important which a rather difficult task is. Its solution requires comprehensive consideration of numerous factors that affect the studied parameters of the wheel in different ways [10].

The diameter of the wheel is mainly determined by the loads transmitted from the wheel to the rail, the speed of trains, cargo intensity and other operating conditions of the railways.

A decrease of the wheel diameter provides: a decrease of the wheel mass and consequently the wheel set as well as a result of which the effect of non-sprung masses on the track, axles of the wheel sets and other elements of the wagon decreases; reducing the center of gravity of the wagon which increases stability and improves the smoothness of the wagon and also reduces the shoulders of the forces acting on the wagon; improving the conditions of wagon movement along small radius curves; reduction of ridges' wear and lateral surfaces of rails on curved sections of the track; lowering the floor which allows to increase the cab volume within the existing dimensions of the rolling stock [11].

At the same time increasing the wheel diameter leads to an increase in the area of contact between the wheel and the rail as a result of which deformations, contact stresses and fatigue damage resulting from them as well as the wheels' and rails' wear are reduced; to reduce the frequency of rotation of the wheel set which reduces the number of loading cycles of the wheels, axles and roller bearings, reduces resistance to movement, reduces the frequency of oscillation of the wheel sets, carts and a cab.

At high load-bearing strengths the fatigue strength of wheels and rails is of decisive importance.

According to the MC CRI reducing the wheels' diameter from 950 to 900 mm increases contact stress by 4-6% and increases fatigue damage by 30-35%. Therefore, reducing the wheel diameter should be accompanied by the right choice of more rational grades of steel, heat treatment and other means of increasing the fatigue strength of wheels and rails.

Reducing the rim thickness significantly reduces the wheel mass, since 2/3 of the wheel mass falls on the rim; reduces the limits of changes in wheel diameter in operation which reduces the difference in height of the longitudinal axis of the automatic coupler in the train, thereby increasing the safety of train traffic. However, reducing the rim thickness reduces the life of the wheel. Therefore, a decrease in the thickness of the rim, as well as a decrease of the wheel diameter must be compensated by an increase in the strength and wear resistance of the wheels.

Thus, it was found that increasing the efficiency and durability of the wheels of a railway wagon can be achieved in several ways. For example, a spatial shape change of the contact surface of the skating and the design geometry of the wheel skating profile affects the formation of shock loads and internal stresses leading to the micro cracks' fatigue development.

The rational choice of the diameter and thickness of the wheel rim allows you to reduce the impact of non-sprung masses on the path, axis and other elements of the trolley [12,13]. Also, the wheel diameter affects the formation intensity of contact stress and fatigue failure which leads to the wheels' and rails' wear as a single interaction system. Observance of the physical and the material mechanical properties of the wheel base, its structural elements and the surface of the ride provide high values of reliability and resource durability. These parameters can be modified or improved only during repair or restoration extending the life cycle of a railway carriage [14,15]. Therefore, at developing structural and technological methods for increasing the wheels' reliability and durability it is necessary to develop a technology for restoration that effectively and flexibly provides optimal values of mechanical properties during restoration.

REFERENCES

[1] Bykov B.V. The design of trolleys of freight and passenger wagons: Illustrated text edition. M.: Traffic route, 2004.

[2] Zakharov S. M. Razvitiye tyazhelovesnogo dvyzheniya v myre [The development of heavyweight traffic in the world]. VNIIZhT Bulletin, 2013, no. 4, pp. 9–17.

[3] Harris W. J., Lundgren J., Tournay H. & Ebersohn W. Obobsheniye peredovogo opyta tyazhelovesnogo dvyzheniya: voprosy vzaimodeystviya kolesa I relsa [Guidelines to best practices for heavy haul railway operations: wheel and rail interface issues]. Tr. from English; ed. by S. M. Zakharov, V. M. Bogdanova.

Moscow, Intext Publ., 2002, 408 p.

[4] Romen Y. S. Garmonyzatsiya profyley relsa I kolesnoy pary [Harmonization of rail profi le and a set of wheels]. Tezysy dokladov XI Mezdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii "Podvyzhniy sostav XXI veka: idey, trebovaniya, proyekty" [Abstracts of the 10th International research and technical conference "Rolling stock of the 21st century: ideas, requirements, projects"]. Saint Petersburg, PGUPS Publ., 2016, pp. 20–22. (In Russian)

[5] Restoration of the surface profile of wheel pairs: studies. guide / F. A. Bogdanov, I. A. Ivanov, M. Sitarz. - SPb. : PGUPS, 2000. - 128 p.

[6] Buynosov A. P. The Main causes of intensive wear of wheelset bandages of rolling stock and methods of their elimination. Yekaterinburg: Urgups, 2009.224 p.

[7] Filippov V.N., Shmyrov Yu.A., Kozlov I.V., Kurykina T.G. The main dimensions and malfunctions of wheel sets that threaten traffic safety. Guidelines for students of "Wagons" specialty. – M.: MIET, 2011.

[8] Lapshin V.F. Wagon Maintenance Basics: text edition/ Lapshin V.F., Orlov M.V. - Ekaterinburg: USUC, 2006.

[9] Alyokhin S. V. study of wear of locomotive parts in connection with the problem of increasing their inter-repair runs: Diss.Cand.Techn.Sciences: 05.22.07.Part 1-2. Protection. 21.12.1955; UTV. 18.05.1957; D-1568-57. - L., 1955.-464 pp.

[10] Ushkalov V. F., Bezrukaviy N. V. Uvelycheniye resursa kolesnykh par za schet ispolzovaniya iznosostoykykh profyley koles [Wheel set life extension using wear-resistant rail profiles]. Engineering mechanics, 2015, no. 1, pp. 32–37. (In Russian)

[11] Ivanov I. A., Vorobiyev A. A., Gubenko S. I., Kondratenko V. G., Kononov D. P. & Orlova A. M. Resurs i remontoprygodnost kolesnykh par podvyzhnogo sostava zheleznykh dorog [Wheel set life time and maintainability of railway rolling stock]. Moscow, INFRA-M Publ., 2011, 264 p.

[12] Buynossov A.P. Methods for increasing the wheel sets resource of traction rolling stock: Monograph.- M.: SEE "Training center for education at railway transport", 2010.

[13] Kuzmichev, E. N. Increase in the life cycle of railway wheels during their restoration by electroslag surfacing [Text] / E. N. Kuzmichev, Ya. a. Novachuk, E. A. Drozdov / / Izvestiya Transsib / Omsk state University of Railways. – Omsk. - 2013. - No. 1(13). – p. 2 – 7.

[14] Bykov B. V., Pigarev V. E. Technology of repair of cars. Textbook for secondary special educational institutions railway transp. — M.: Galdorisi, 2001. - 559 p.

[15] Zhumekenova Z.Zh., Bondarev V.K. Analysis of defects of wheel pairs of railway cars and ways to eliminate them//Vestnik KazNRTU №4 (134). – 2019. – Almaty. – p. 376-384.

Жумекенова З.Ж., Савинкин В.В., Сеитова А.Т., Абильмажинова А.С.

Исследование причин снижения ресурсной долговечности колесных пар железнодорожных вагонов

Резюме. В статье рассмотрены наиболее часто встречающиеся причины износа колесных пар железнодорожных вагонов, также указано воздействие всех нагрузок, действующих на вагон; представлено влияние формы поверхности катания (профиля) колеса на формирование ударных нагрузок и внутренних напряжений. Предложены рекомендации по выбору материала изготовления колеса с характеристиками, обладающими повышенной износостойкостью.

Ключевые слова: колесная пара, профиль колеса, поверхность катания, восстановление профиля катания колеса, долговечность.

Жұмекенова З.Ж., Савинкин В.В., Сеитова А.Т., Абильмажинова А.С.

Ресурстық төзімділіктің төмендеу себептерін зерттеу теміржол вагондарының доңғалақ жұптары

Түйіндеме. Бұл мақалада темір жол вагондарының доңғалақ жұптарының тозуының жиі кездесетін себептері қарастырылған, сондай-ақ вагонға әсер ететін барлық жүктемелердің әсері көрсетілген; доңғалақтың сырғанау беті (профилі) формасының соққы жүктемелері мен ішкі кернеулердің қалыптасуына әсері көрсетілген. Жоғары тозуға төзімді сипаттамалары бар дөңгелекті дайындау материалын таңдау бойынша ұсыныстар ұсынылды.

Түйін сөздер: дөңгелек бу, доңғалақтың профилі, сырғанау беті, дөңгелектің сырғанау профилін қалпына келтіру, ұзақ мерзімділік.

ӘОЖ 332.872

S. Bolegenova, Zh. Shortanbayeva, A. Maksutkhanova,
A. Nurmukhanova, Sh. Ospanova
(al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty)

GENERAL PROCEDURE OF ENERGY RESOURCES CONTROL WITHIN THE ENERGY MANAGEMENT SYSTEM

Abstract. In the manufacturing sectors of Kazakhstan, energy conservation and energy efficiency improvement is currently an important problem that allows solving current energy, environmental and economic issues. In this regard, this paper discusses the prerequisites for the appointment of energy efficiency indicators, a general algorithm for the statistical analysis of energy consumption and energy management in the framework of the energy management system.

Key words: energy efficiency, indicator, resource, analysis, algorithm.

С.А. Болегенова, Ж.К. Шортанбаева, А.М. Максутханова,
А.З. Нурмуханова, Ш.С. Оспанова
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы)

ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ ЖҮЙЕСІНІҢ ҚЫЗМЕТІ ШЕҢБЕРІНДЕГІ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ РЕСУРСТАРДЫ БАСҚАРУДЫҢ ЖАЛПЫ АЛГОРИТМІ

Түйін. Қазақстанның өндірістік салаларында энергия үнемдеу және энергия тиімділікті көтеру қазіргі уақытта энергетикалық, экологиялық және экономикалық сияқты өзекті сұрақтарды шешуге мүмкіндік беретін маңызды мәселе болып отыр. Осы тұрғыда берілген жұмыста энергия тиімділігі индикаторларын тағайындаудың

алғышарттары, энергия рерурстарын тұтынуға статистикалық талдау жүргізудің және энергоменеджмент жүйесінің қызметі шеңберіндегі энергетикалық ресурстарды басқарудың жалпы алгоритмі қарастырылады.

Түйін сөздер: энергия тиімділік, индикатор, ресурс, талдау, алгоритм.

Халықаралық энергетикалық қадағалау бойынша Комитеттің мәліметтері бойынша энергия шығынның негізгі бөлігі жылытудан болады. Мамандардың есептеуі бойынша қарапайым тұрғын үйлерде 70 %-ға дейінгі жылулық шығынды терезелер мен есіктер «қамтамасыз етеді». 30%-ға дейін жылу шатыр және қабырғалар арқылы жоғалады. Нәтижесінде Қазақстанда бір шаршы метрді жылытуға Финляндия сияқты суық елден қарағанда төрт есе артық отын, яғни жылына 240 та 82 кВт/ш.м жұмсалады [1].

Жылумен жабдықтау және ыстық сумен жабдықтау жүйелерінде энергияның жалпы шығыны Қазақстанда жеке аймақтарда 40%-ға дейін жетеді. Сондықтан аса нормативтік шығындармен күресу айрықша әсер әкелуі мүмкін. Жылумен жабдықтау және жылу тұтыну секторында энергия үнемдеу потенциалы эксперттердің бағалауы бойынша 20%-ды құрайды және жылына шартты отынның шамамен 4,6 млн тоннасымен бағаланады [2].

Жылулық энергияны өндіру және транспорттау кезінде шығындарды азайтуға бағытталған шаралардан бөлек, жылумен жабдықтау секторында энергия тиімділік көзқарасы бойынша үлкен әсерді тұрғын жайда тұратын тұтынушылар жағынан энергия үнемдеу бойынша іс-шаралар береді. «Энергия үнемдеу туралы» нормалары заңының жаңа басылымында бекітілген тиімді қолдану тұрғын және қоғамдық жайларды тұрғызғанда жылулық пункттерде жылу тұтынуды реттеудің автоматтандырылған жүйесін және жылытушы құралдарда автоматты термостатикалық қақпақтар орнатуды міндеттейді. Ол берілген тұрғын қорда жылумен жабдықтау және жылу тұтыну секторында энергия үнемдеу саясатын сәтті жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

Қазіргі уақытта энергия үнемдеу сұрақтарын Қазақстан Республикасының іс жүзінде барлық негізгі стратегиялық құжаттарымен қозғайды. Олардың ішінде [3]:

- Қазақстан Республикасының 2007-2024 жылдарда тұрақты дамуына ауысу концепциясы;
- Қазақстан Республикасының 2003-2015 жылдарда индустриалды- инновационды даму стратегиясы;
- Президенттің Қазақстан халқына 2006 жылдың наурызында Жолдауында көрсетілген Қазақстанның әлемдегі бәсекеге қабілетті елу елдің қатарына кіру стратегиясы;
- 2020 жылға дейінгі тұрғын- коммуналдық модернизацияның салалық бағдарламасы;
- «Қазақстанның 30 корпоративтік көшбасшылары» бағдарламасы, Қазақстан Республикасының басқа да мемлекеттік құжаттары.

Тұрғын-коммуналдық шаруашылықтың модернизациясының 2020 жылға дейін және оның жүзеге асуы бойынша Комплекстік жоспардың 2010-2014 жылға дейінгі Салалық бағдарламасына сәйкес тұрғын-коммуналдық шаруашылықтың объектілерін паспорттау мақсатында жылувизиялық бұзбайтын бақылауды қолданумен энергетикалық тексеру жүргізіледі.

Энергия ресурстарын тұрғын және қоғамдық жайлармен көп тұтынудың негізгі мәселесі олардың энергия тиімділіктің төменгі деңгейінде орналасуында жатыр. Коммуналдық шаруашылықта жылулық энергияның шығыны шамамен 35%-ды, электроэнергияның-17%-ын құрайды. Жылудың көп шығыны кеңестік кезеңдегі құрылысының жайларының тиімді емес жылулық қорғанысымен (термоизоляция) байланысты. Жылу тұтынудың (элеваторлық түйіндер) кең таралған жүйелері температуралық режиммен басқаруға және соның көмегімен жылулық энергияның бағасын үнемдеуге мүмкіндік бермейді [4-6].

Энергия тиімділік (энергетикалық тиімділік) – бұл пайдалы әсер (нәтижелер) қатынасын, сонымен қатар энергия ресурстарын пайдалану арқылы алынған өндірілген өнімдердің көлемін көрсететін сипаттамалар. Энергия тиімділік көрсеткіштері дегеніміз энергия тиімділік класы, жалпы ішкі өнім бірлігіне кететін және жалпы өңірлік өнім, жайлар ауданы, құрылысқа кететін энергетикалық ресурстарды қолданудың деңгейін сипаттайтын көрсеткіштер.

Энергетикалық ресурстар дегеніміз артылғаны қазіргі уақытта қолданылатын немесе шаруашылық және қызметтің басқа түрлерінің болашағында қолданылуы мүмкін табиғи және туынды энергия тасымалдаушылар жиынтығы, сонымен қатар энергия түрлері (атомдық, электрлік, химиялық, электромагниттік, жылулық және т.б. энергия түрлері). Энергетикалық ресурстарды тиімді пайдалану – энергетикалық ресурстарды қолданудың техникалық мүмкін және экономикалық ақталған тиімділігіне жету.

Энергоаудит (энергетикалық аудит) дегеніміз пайдаланылатын ресурстарды тұтыну туралы, энергия тиімділік көрсеткіштері, мүмкіндікті бағалау және энергия үнемдей потенциалы және энергия үнемдеу мен энергия тиімділікті көтеру бойынша ұсыныстарды дайындау туралы сенімді ақпарат алу мақсатында энергетикалық ресурстарды пайдалану туралы мәліметтерді жинау, өңдеу және талдау. Энергия үнемдейтін құрал- жабдықтар – қол жеткізілген деңгеймен салыстыру арқылы эенергетикалық ресурстарды пайдаланудың тиімділігін көтеруге мүмкіндік беретін құрал-жабдықтар.

Энергия тиімділік инженерия, экономика, экология, юриспруденция және социология ғылымдарымен бірдей жікте тұратын білім саласы болып табылады. энергия үнемдеу алты ірі сфераға топталған:

1. энергияның балама көздерін пайдалану;
2. жайлар, транспорттық құралдар мен өндірістік нысандардың энергия тиімділігі;
3. пайдалы қазба отындарын пайдаланудың экологиялық таза технологиялары;
4. көміртек диоксидін алу;
5. жаңартылатын энергияның көздері;
6. Халықаралық ынтымақтастықты күшейту.

Заманауи сатыда энергия үнемдеудің негізгі үш бағытын атап өтуге болады:

- энергетикалық шығындарды пайдалы қолдану (утилизация);
- энергия шығындарын азайту мақсатында құрал-жабдықтарды жетілдіру;
- қарқынды энергия үнемдеу.

Ендігі кезекте энергия ресурстарын тұтынуға статистикалық талдау жүргізудің әдістемесін қарастырайық.

Қалыпты таралған генерал жиынтық іріктемелері бойынша алынған екі орташаны өзара салыстыру үшін Стьюдент немесе f критерийі қолданылады. Екі кездейсоқ іріктемелер берілсін: x_1, x_2, …, x_{n1} және y_1, y_2, …, y_{n2}. Бірінші іріктеме қалыпты таралған генерал жиынтықтан m_x және σ_x^2 параметрлерімен, ал екіншісі – генерал жиынтықтан m_y және σ_y^2 параметрлерміен алынған. Іріктемелер бойынша осы параметрлер үшін бағалаулар алынған: $\overline{x}$, s_x^2 және $\overline{y}$, s_y^2. Нөлдік гипотезаны тексеру талап етіледі: $\sigma_x^2 = \sigma_y^2 = \sigma^2$ шарты бойынша $m_z = m_y$. Кездейсоқ шаманы қарастырайық [7]:

$$z = \overline{x} - \overline{y}\,. \tag{1}$$

Қалыпты таралудың сызықтық қасиеті бойынша z мына параметрлермен қалыпты таралған:

$$m_z = m_x - m_y\,, \tag{2}$$

$$\sigma_z^2 = \sigma_- + \sigma_{\overline{y}}^2 = \frac{\sigma_x^2}{n_1} + \frac{\sigma_y^2}{n_2} = \sigma^2\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right). \tag{3}$$

Стандартты қалыпты таралуға ие нормаланған кездейсоқ шаманы құрайық [8]:

$$\frac{z - m_z}{\sigma_z} = \frac{\left(\overline{x} - \overline{y}\right) - \left(m_x - m_y\right)}{\sigma\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}\,. \tag{4}$$

Егер бас стандартты σ іріктемелікпен ауыстырса, Стьюдент таралуына ие шама пайда болады:

$$t = \frac{\left(\overline{x} - \overline{y}\right) - \left(m_x - m_y\right)}{s\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}\,, \tag{5}$$

мұндағы еркіндік дәрежесі *f*, ол $f = n_1 + n_2 - 2$ -ге тең.

s_x^2 және s_y^2 іріктемелік дисперсияларының біртектілігін Фишер критерийі бойынша тексеруге болады. $\beta = 1 - p$ сенімділік ықтималдығы кезінде $m_x - m_y$ айырмасы үшін екі жақты бағалауға ие боламыз [9-11]:

$$\bar{x}-\bar{y}-t_{1-p/2^s}\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}} \le m_x - m_y \le \bar{x}-\bar{y}+t_{1-p/2^s}\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}} \quad (6)$$

немесе біржақты бағалау:

$$m_x - m_y \le \bar{x}-\bar{y}+t_{1-p^s}\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}}, \quad (7)$$

$$m_x - m_y \ge \bar{x}-\bar{y}-t_{1-p^s}\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}}. \quad (8)$$

$m_x = m_y$ нөлдік гипотеза және теңсіздік жағдайында жоғарыдағы екі теңдеу осы гипотезаның тексеру критерийін береді. Нөлдік гипотеза екіжақты критерий кезінде жоққа шығарылады, егер [12]:

$$\left|\bar{x}-\bar{y}\right| \ge t_{1-p/2^s}\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}}, \quad (9)$$

Біржақты критерий кезінде, егер:

$$\left|\bar{x}-\bar{y}\right| \ge t_{1-p^s}\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}}. \quad (10)$$

Егер бас дисперсиялар σ_x^2 және σ_y^2 өзара тең болмаса, келтірілген критерийлерді қолдануға болмайды. Бұл жағдай үшін екі орташаны салыстыруға бірнеше шамалас критерийлер бар. $n_1 = n_2 = n$ кезінде шамалас *t*-критериймен қолдануға болады:

$$t \square \frac{(\bar{x}-\bar{y})\sqrt{n}}{\sqrt{s_x^2+s_y^2}}. \quad (11)$$

Еркіндік дәрежесінің сан мәні мынаған тең [13]:

$$f = \frac{n-1}{c^2-(1-c)^2}, \quad (12)$$

бұл жерде

$$c = s_x^2/(s_x^2+s_y^2). \quad (13)$$

Егер s_x^2 еркіндік дәрежесі саны $f_1 = n_1 - 1$-ге тең, ал s_y^2 $f_2 = n_2 - 1$-ге тең болса, онда басқа шамалас критерийді қолдануға болады. Мына қатынасты есептейік:

$$\upsilon_1 = s_x^2/n_1,\ \upsilon_2 = s_y^2/n_2. \quad (14)$$

Енді $t_{1-p/2}(f_1)$ және $t_{1-p/2}(f_2)$ квантильдерін табайық. Мына шаманы есептейік:

$$T = \frac{\upsilon_1 t_{1-p/2}(f_1)+\upsilon_2 t_{1-p/2}(f_2)}{\sqrt{\upsilon_1+\upsilon_2}}. \quad (15)$$

$m_x = m_y$ нөлдік гипотеза жоққа шығарылады, егер $\left|\bar{x}-\bar{y}\right| > T$ шарты орындалса. Тұжырымдалған критерий екіжақты болып табылады, ол *p/2*-ні *p*-ға айыстырғанда біржақтыға айналады.

Энергетикалық тиімділік энергия тиімділігі менеджменті жүйесінде бірқатар индикаторлармен сипатталады. Олардың әрқайсысының жалпы тиімділікке қосатын үлесі бар. Тиімділік индикаторлары K_i деп белгіленсін, мұндағы i-индикатор нөмірі. Осы тұста индикаторлардың түрлі

өлшем бірліктері болуы мүмкін. Мысалы, кВт·сағ/л, Дж/л, т.б. Сондықтан индикаторлардың өздерінің өлшемділіктері болса, олардың жалпы энергия тиімділігіне қосатын үлесін анықтау қиынға соғады.

Әрбір индикатордың өзінің мақсатты K_z мәні болсын. Сонда мынадай белгілеу енгіземіз [14, 15]:

$$PR_i = \left(K_i - K_z\right) \cdot 100 / K_z \,. \qquad (16)$$

Аталған көрсеткіш жоспардың қаншалықты орындалғанын білдеретін пайыздық үлеске ұқсайды және индикаторлардың абсолют мәніне тәуелді емес. Сонымен қатар аталған критерий мақсатқа жету дәрежесін көрсетеді. Критерий оң мәнге ие болса, ресурстардың қайта шығындалуы болады, ал теріс мәнге ие болса, онда ресурстардың үнемделуін көреміз.

Енді қарастырылып отырған мерзімде өндірілетін өнім көлемі Q_i болсын. Мысалы, сусындар литрі. Оған қоса C_i айнымалысын енгіземіз. Оның мағынасы – і–ші ресурстың құны. Мысалы, кВт/сағ. Сонда энергия тиімділігінің шекті өрнегі мына мақсатты функциямен бейнеленетін болады:

$$E_i = \Delta K_i \cdot Q_i \cdot C_i \to \min \,. \qquad (17)$$

Осы (17) өрнектен энергия тиімділігін басқарудың жалпы алгоритмі шығады:

1. Энергия тиімділігі индикаторларын анықтау;
2. Жоспарланған мерзімдегі өндірілетін өнімнің көлемін анықтау;
3. Энергия ресурстарының бірлік құнын тағайындау;
4. (16) өрнек бойынша әрбір индикатор бойынша мақсатқа жету дәрежесін есептеу;
5. (17) өрнек бойынша әрбір ресурс бойынша энергия тиімділігін есептеу;
6. E_i кему дәрежесі бойынша индикаторларды сұрыптау;
7. E_i>0 болатын алғашқы үш индикаторды анықтау;
8. Осылайша, нақты ресурстарға жұмсалатын шығындарды азайту бойынша сәйкес шаралар қабылдануы тиіс индикаторлардың басымдылығы анықталды;
9. Өзге мерзім үшін аталған алгоритм бірінші кезеңнен бастап қайталанады.

ӘДЕБИЕТТЕР:

[1] О. М. Лисов, В. Е. Степанов Энергетика, экология и альтернативные источники энергии // Экология промышленного производства: Межотрасл. науч.-практ. журн. по отеч. и заруб. матер. - М.: ВИМИ, 2006. - №1. - С. 47-55.

[2] М. Н. Тихонов, Э. П. Петров, О. Э. Муратов Возобновляемая энергетика: необходимость и актуальность // Экология промышленного производства: Межотрасл. науч.-практ. журн. по отеч. и заруб. матер. - М.: ВИМИ, 2006. - №1.- С. 56-62.

[3] Безруких П.П. Возобновляемая энергетика: вчера, сегодня, завтра // Электрические станции: ежемесячный произв.-техн. журнал. - М.: Энергопрогресс, 2005. - №2. - С. 35-47.

[4] Сильверстов Л.К. Нетрадиционный энергоноситель - угольный метан // Энергия: экономика, техника, экология : ежемес. научно-попул. и общ.-полит. ил. журнал. - М.: Наука, 2005. - №7. - С. 12-16.

[5] Методические рекомендации по регулированию отношений между энерго-снабжающей организацией и потребителями. – М.: Госэнергонадзор, 2002. – 23 с.

[6] Инструкция по расследованию и учету технологических нарушений в работе энергосистем, электростанций, котельных, электрических и тепловых сетей. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003. – 24 с.

[7] Сборник нормативных и методических документов по измерениям, коммерческому и техническому учету электрической энергии и мощности. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003. – 504 с.

[8] Концепция стратегии ОАО РАО «ЕЭС России» на 2003–2008 гг. // Вести в электроэнергетике. – 2003. – № 4 – С. 20; № 5 – С. 9.

[9] И. И. Федик, Е. Б. Попов Двигательно-энергетическая установка на солнечных тепловых аккумуляторах // Энергия: экономика, техника, экология: ежемес. научно-попул. и общ.-полит. ил. журнал. - М.: Наука, 2005. - №6.- С. 29-34.

[10] Школа А. В. Нормирование энергопотребления на предприятии и роль узлов учета ТЭР в их реализации // Энергонадзор и энергоэффективность. —2003. – № 3. – С. 69.

[11] Закон РК «Об энергосбережении и повышения энергоэффективности» от 01.01.2018 г.

[12] Закон РК «Об обеспечении единства измерений» от 07.06.2000 г.

[13] Железко Ю. С., Артемьев А. В., Савченко О. В. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2005. – 278 с.

[14] Регулирование электрической энергии в аварийных режимах работы систем электроснабжения и работа с потребителями-неплательщиками: Сборник нормативных правовых актов и ведомственных документов. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2001. – 176 с.

[15] Красник В. В. Основы безотказной работы электропривода на предприятиях. – М.: Легкая индустрия, 1975. – 264 с.

Болегенова С.А., Шортанбаева Ж.К., Максутханова А.М., Нурмуханова А.З., Оспанова Ш.С.

Общий алгоритм управления энергетическими ресурсами в рамках деятельности системы энергоменеджмента

В производственных отраслях Казахстана энергосбережение и повышение энергоэффективности в настоящее время является важной проблемой, позволяющей решать актуальные энергетические, экологические и экономические вопросы. В связи с этим в данной работе рассматриваются предпосылки назначения индикаторов энергоэффективности, общий алгоритм проведения статистического анализа потребления энергоресурсов и управления энергетическими ресурсами в рамках деятельности системы энергоменеджмента.

Ключевые слова: энергоэффективность, показатель, ресурс, анализ, алгоритм.

УДК 621.313

[1]S.Sh. Sarbayev, [1]M.B. Orunbekov
([1]Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpaev, Almaty, Kazakhstan
E-mail: orunbekov_m@mail.ru)

SYNTHESIS OF PARAMETERS OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEM OF ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE WITH REGULATION OF MOTOR STATOR VOLTAGE

Abstract. The article is devoted to the synthesis of parameters of the automatic control system of high-power asynchronous electric drive, which are used in locomotives as a traction engine. The technical characteristics of the traction asynchronous engine of the TE33A series locomotive are given. The scanning method and the method of solving Runge-Kutta differential equations were used to synthesize the parameters of the asynchronous engine. Simulation of induction motor start-up was carried out using a frequency Converter system-an Autonomous voltage inverter. The results are obtained in the form of graphs of the dependence of the studied values on the simulation time. The conclusions are based on the results of modeling in the MatLab environment.

Key words: diesel locomotive, asynchronous electric drive, ACS, synthesis, modeling, MatLab

С.Ш. Сарбаев, М.Б. Орунбеков
(Казахская академия транспорта и коммуникации им. М. Тынышпаева, Алматы, Казахстан
E-mail: orunbekov_m@mail.ru)

СИНТЕЗ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА С РЕГУЛИРОВАНИЕМ НАПРЯЖЕНИЯ СТАТОРА ДВИГАТЕЛЯ

Аннотация: Статья посвящена вопросам синтеза параметров системы автоматического регулирования асинхронного электропривода большой мощности, которые нашли применение в тепловозах в качестве тягового двигателя. Приводятся технические характеристики тягового асинхронного двигателя тепловоза серии ТЭ33А. Для синтеза параметров асинхронного двигателя использовались метод сканирования и метод решения дифференциальных уравнений Рунге-Кутта. Произведено моделирование пуска асинхронного двигателя при помощи системы преобразователя частоты – автономного инвертора напряжения. Получены результаты в виде графиков зависимостей исследуемых величин от времени моделирования. Сделаны выводы по результатам моделирования в среде MatLab.

Ключевые слова: тепловоз, асинхронный электропривод, САР, синтез, моделирование, MatLab

Введение. Пакет программ MatLab активно используется для расчета аналитических и численных математических задач, а также для моделирования электротехнических и электромеханических систем. А также, MatLab получил наиболее широкое применение в инженерной практике, например в трудах [1, 2, 3, 4] отражены результаты моделирования работы асинхронных двигателей.

Известно, что при эксплуатации электродвигателей, возникает задача регулирования механических характеристик электрической машины.

Одной из необходимых задач проектирования системы автоматического регулирования (САР) асинхронного электропривода на ЭВМ является задача синтеза параметров САР, в особенности нелинейных систем регулирования.

Использование датчиков скорости, при создании САР асинхронными двигателями большой мощности, не всегда целесообразно и возможно [5].

На тепловозе ТЭ33А применены асинхронные трехфазные электрические машины с короткозамкнутым ротором. Данный тип электрических машин являются наиболее простыми по конструкции, дешевыми в изготовлении, самыми надежными в эксплуатации, не требуют больших затрат на обслуживание и ремонт, имеет минимальную массу на единицу мощности и высокий КПД [6].

Структурная схема взаимосвязи электромеханических узлов тепловоза ТЭ33А показаны на рисунке 1.

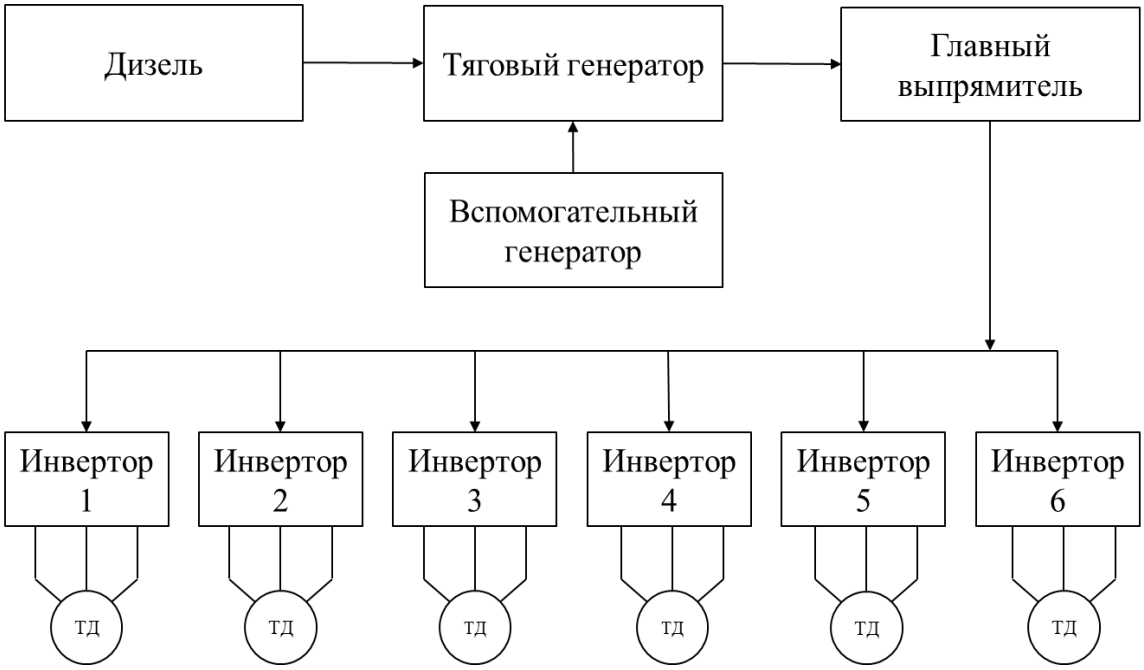


Рис.1. Структурная схема взаимосвязи электромеханических узлов тепловоза ТЭ33А

Пусковая характеристика двигателя с короткозамкнутым ротором при постоянной частоте обеспечивает плавность момента при трогании до максимального значения с ростом скорости. Внешняя характеристика асинхронного двигателя жесткая, такую же характеристику имеют двигатели постоянного тока независимого возбуждения.

В таблице 1 приведены основные технические характеристики тягового электродвигателя тепловоза серии ТЭ33А.

Таблица 1 - **Основные технические характеристики тягового электродвигателя 5GEB30**

№	Характеристики	Значения
1	Мощность	≈ 480 кВт
2	Напряжение	≈ 900/1200 В
3	Ток	≈ 516/362 А
4	Частота вращения при постоянной мощности	490/2460 об/мин
5	Коэффициент полезного действия	91/93,5%
6	Коэффициент мощности (cos φ)	91/93,5%
7	Соединение фаз	Звезда (Y)
8	Момент на валу при продолжительном режиме	≈ 8037,5 Нм
9	Масса	2268 кг

Методы. Рассмотрим задачу синтеза параметров САР асинхронного электропривода, с регулированием напряжения статора двигателя в среде Simulink-MatLab, структурная схема модели которого изображена на рисунке 2.

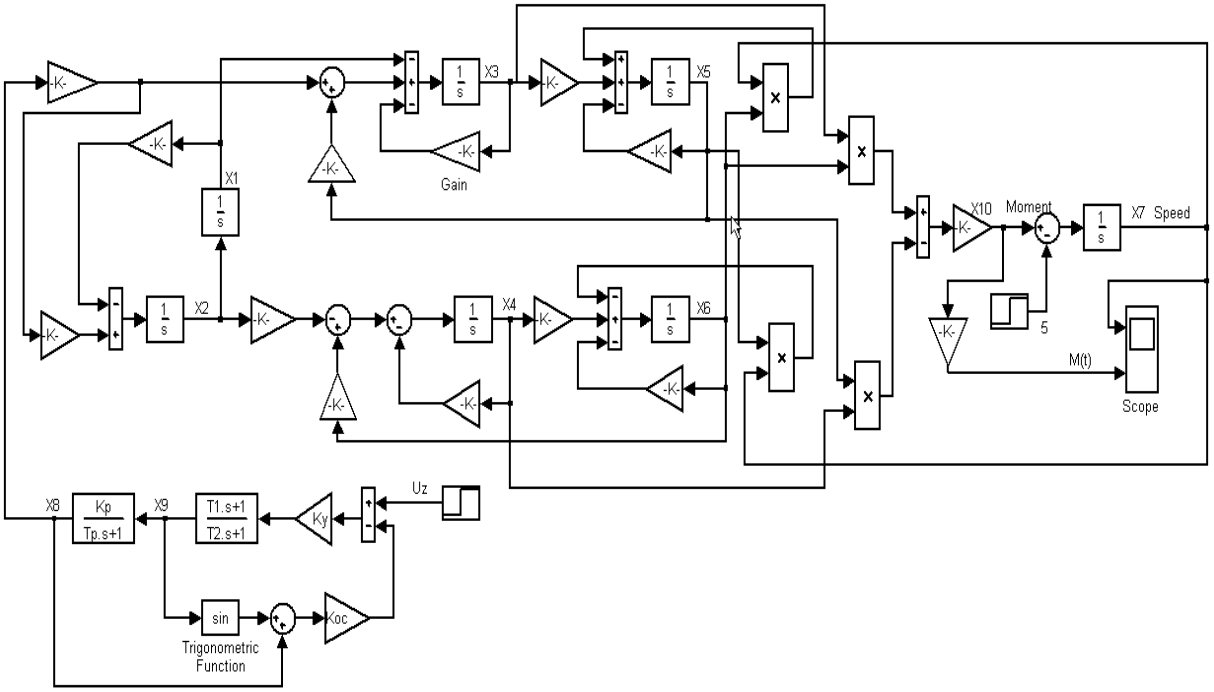


Рис.2. Структурная схема модели асинхронного двигателя

В модели САР напряжения статора асинхронного двигателя представлены двумя динамическими звеньями: звеном тиристорного преобразователя напряжения (ТПН), с выходным напряжением - $X8 = U_{ТПН}$ [7], корректирующим инерционным звеном с выходом $X9 = U_K$, нелинейным статическим звеном, $\sin(x)$ в обратной связи САР и обратной связи с выхода САР.

Для решения задачи синтеза параметров САР электропривода будем использовать уравнения динамики асинхронного электропривода:

$$\frac{dx_1}{dt} = x_2;$$

$$\frac{dx_2}{dt} = a_1 x_8 - a_1^2 x_1;$$

$$\frac{dx_3}{dt} = x_8 - a_1 x_1 - a_2 x_3 + a_3 x_5;$$

$$\frac{dx_4}{dt} = -x_2 - a_2 x_4 + a_3 x_6;$$

$$\frac{dx_5}{dt} = -a_4 x_5 + a_5 x_3 + x_6 * x_7; \qquad (1)$$

$$\frac{dx_6}{dt} = -a_4 x_6 + a_5 x_4 - x_5 * x_7;$$

$$\frac{dx_7}{dt} = a_6 * (x_3 * x_6 - x_4 * x_5;$$

$$\frac{dx_8}{dt} = (k_P / T_P)x_9 - (1/T_P)x_8;$$

$$\frac{dx_9}{dt} = ((k_Z * k_Y)/T_1) * U_Z -$$
$$-((k_Z * k_Y * k_{OS})/T_1) * x_8 * sign(x_9) - (1/T_1) * x_9;$$

где x_1, x_2 – проекции напряжения статора двигателя, x_3 , x_4 , x_5 и x_6 – потокосцепления статора двигателя, x_7 – угловая скорость вала асинхронного двигателя и x_9 – переменная корректирующего звена САР.

Система уравнений (1) – нелинейная система дифференциальных уравнений САР. Программа синтеза, показанная на рисунке 3, составлена на алгоритмическом языке MatLab [8].

В программе используются следующие методы решения задачи синтеза параметров: метод сканирования [9], для минимизации знакоопределенной производной функции Ляпунова $V = x_i^2$ $(i = 1, 9)$; метод решения дифференциальных уравнений Рунге-Кутта для расчета переходных процессов скорости и момента двигателя [10].

Программа синтеза параметров САР асинхронного электропривода:

```
1        function sintes
2 -      clc
3 -      global kp;  global s2; global ky;  global s4;
4 -      global kos;  global s6; global T1; global s8;
5 -      global T2;  global s10
6 -      n=9; r=0; s1=0; s3=0; s5=0; s7=0; s9=0; m=100;
7 -          for i=1:m
8 -              h=0.5; q1=1e6;
9 -           a1=1; b1=20; a2=0; b2=5; a3=0; b3=0.5;
10 -          a4=0; b4=1; a5=0; b5=0.8;
11 -          kp=a1+(b1-a1)*rand;  ky=a2+(b2-a2)*rand*3;
12 -          kos=a3+(b3-a3)*rand^2; T1=(b4-a4)*rand^3;
13 -          T2=a5+(b5-a5)*rand;
14 -         x(9)=0;  while x(9)<=1 x(8)=0;  while x(8)<=1
15 -         x(7)=0;  while x(7)<=1 x(6)=0;  while x(6)<=1
16 -         x(5)=0;  while x(5)<=1 x(4)=0;  while x(4)<=1
17 -         x(3)=0;  while x(3)<=1 x(2)=0;  while x(2)<=1
18 -         x(1)=0;  while x(1)<=1
19 -          h1=0.1; i=1;
20 -         while i<=n u(i)=x(i)+h1; v(i)=x(i)-h1; j=1;
21 -         while j<=n if j~=i u(j)=x(j);v(j)=x(j);end
22 -               j=j+1; end
```

```
23 -        k=1; p1=0; p2=0; while k<=n l=k; while l<=n a(k,l)=1;
24 -            p1=p1+a(k,l)*u(k)*u(l); p2=p2+a(k,l)*v(k)*v(l);
25 -            l=l+1;end; k=k+1;end; c(i)=((p1-p2)/2)/h1;
26 -            i=i+1; end
27 -         a1=314;a2=100.56;a3=96.9;a4=75.87;a5=74.25;Tp=0.033;
28 -         a6=3242.48; a7=kp/Tp; a9=((T1*ky*kos)/T2+1);
29 -         a10=((T1*ky*kos)/T2); a11=((ky*kos)/T2);
30 -         a12=((ky*kos)/T2); a13=1/T2;
31 -         f=c(1)*x(2)+c(2)*(a1*x(8)-(a1^2)*x(1))+...
32           c(3)*(x(8)-a1*x(1)-a2*x(3)+a3*x(5))+...
33           c(4)*(-x(2)-a2*x(4)+a3*x(6))+...
34           c(5)*(-a4*x(5)+a5*x(3)+x(6)*x(7))+...
35           c(6)*(-a4*x(6)+a5*x(4)-x(5)*x(7))+...
36           c(7)*(a6*(x(3)*x(6)-x(4)*x(5)))+...
37           c(8)*(a7*x(9)-(1/Tp)*x(8))+...
38           c(9)*((a10/a9)*cos(x(9))-(a11/a9)*x(8)-...
39           (a12/a9)*sin(x(9))-(a13/a9)*x(9));
40 -         if f<=q1 q1=f;end
41 -        x(1)=x(1)+h; end; x(2)=x(2)+h;  end;
42 -        x(3)=x(3)+h; end; x(4)=x(4)+h;  end;
43 -        x(5)=x(5)+h; end; x(6)=x(6)+h;  end;
44 -        x(7)=x(7)+h; end; x(8)=x(8)+h;  end;
45 -         x(9)=x(9)+h; end; r=r+1;
46 -         s1=s1+kp; s2=sqrt((s1/m)^2);
47 -         s3=s3+ky;  s4=sqrt((s3/m)^2);
48 -         s5=s5+kos ; s6=sqrt((s5/m)^2);
49 -         s7=s7+T1;  s8=sqrt((s7/m)^2);
50 -         s9=s9+T2;  s10=sqrt((s9/m)^2);
51 -         if r>=m break;end; end
52 -         kp=s2; ky=s4; kos=s6; T1=s8; T2=s10;
53 -         disp('kp=');disp(kp); disp('ky=');disp(ky);
54 -         disp('kos');disp(kos);  disp('T1');disp(T1);
55 -         disp('T2=');disp(T2);
56 -         x0 = [0;0;0;0;0;0;0;0;0;0];
57 -         [T,X]=ode45(@systm,[0 1.5],x0);
58 -         plot(T,X(:,7)*30,'k.-',T,X(:,10)*70,'r.-')
59 -        grid
60         function dx=systm(t,x)
61 -       dx=zeros(10,1);  a1=314; a2=100.56; a3=96.9;
62 -       a4=75.87; a5=74.25; a6=3242.48; Tp=0.033; a7=kp/Tp;
63 -       a8=1/Tp; a9=((T1*ky*kos)/T2+1); a10=((T1*ky*kos)/T2);
64 -       a11=((ky*kos)/T2); a12=((ky*kos)/T2); a13=1/T2; Uz=20;
65 -       dx(1)=x(2); dx(2)=a1*x(8)-(a1^2)*x(1);
66 -       dx(3)=x(8)-a1*x(1)-a2*x(3)+a3*x(5);
```

```
67 -        dx(4)=-x(2)-a2*x(4)+a3*x(6);
68 -        dx(5)=-a4*x(5)+a5*x(3)+x(6)*x(7);
69 -        dx(6)=-a4*x(6)+a5*x(4)-x(5)*x(7);
70 -        dx(7)=a6*(x(3)*x(6)-x(4)*x(5));
71 -        dx(8)=a7*x(9)-a8*x(8);
72 -        dx(9)=((ky/T2)/a9)*Uz-(a10/a9)*cos(x(9))-(a11/a9)*x(8)-...
73              (a12/a9)*sin(x(9))-(a13/a9)*x(9);
74 -        dx(10)=175.08*...
75               ((x(6)*dx(3)+x(3)*dx(6))-x(5)*dx(4)-x(4)*dx(5));
76 -        end
77 -       end
```

Рис.3. Программа синтеза на алгоритмическом языке MatLab

Процедура вычислений задачи синтеза параметров САР асинхронного электропривода заключается в следующем:

1. Вводятся исходные данные, описанные в 6-ой строке программы.

2. После оператора for (7-ая строка) вводятся (строки программы 9-ая и включительно по 13-ую): исходные данные метода сканирования нижняя, случайные численные значения искомых параметров: k_P, k_Z, k_Y, $k_{OS,}$ T_1 с учетом нижней и (a_i) и верхней границ (b_i). Строки программы, где осуществляется численный метод сканирования (минимизация производной функции Ляпунова (31-ая по 39-ую) следующие: с 14-ой по 45-ой).

3. Вычисление частных производных знакоопределенной функции V (функция Ляпунова) по каждой переменной и определении минимума её полной производной (строки программы с 20-ой по 26 ой).

4. В строках программы с 65-ой по 75-ую вычисляются численные значения переменных дифференциальных уравнений динамики переходных процессов.

5. Вывод на экран дисплея численных значений искомых параметров САР и графиков переходных процессов скорости и момента асинхронного двигателя при окончании счета дифференциальных уравнений переходных процессов двигателя.

Кроме этого отметим, что в программе синтеза в систему дифференциальных уравнений введена дополнительная строка производной электромагнитного момента двигателя dx_{10}/dt и т. д. для получения графика момента.

Результаты. При счете программы синтеза численные значения параметров САР и графики переходных процессов, скорости и момента двигателя показанные на рисунках 4 и 5, имеют вид:

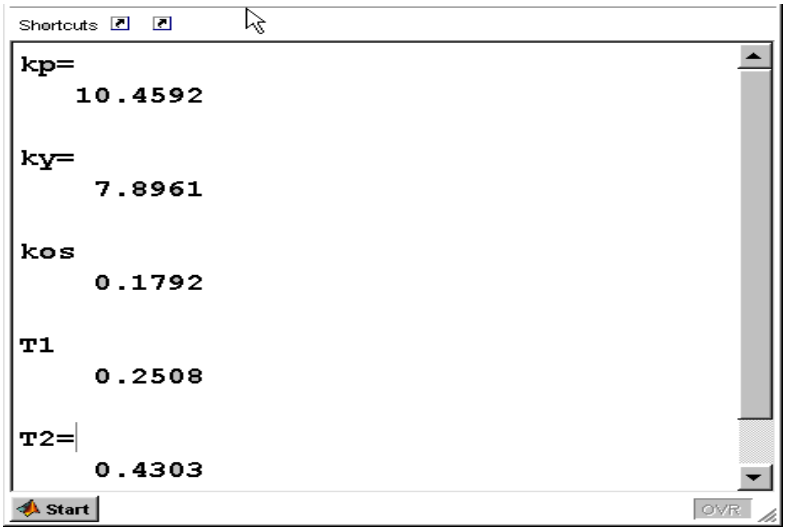


Рис.4. Результаты счета синтеза численных значений параметров САР

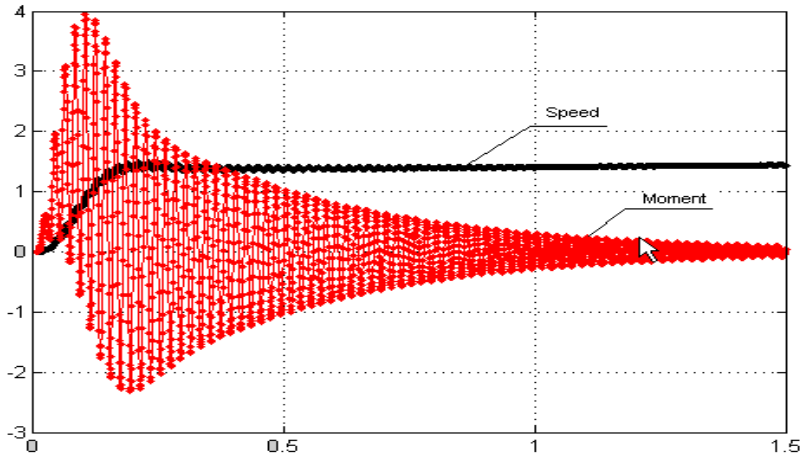


Рис.5. Графики переходных процессов тягового двигателя

Вывод: Полученные, в результате счета программы синтеза, параметры k_P, k_Z, k_Y, $k_{OS,}$ T обеспечивают устойчивость САР, что также подтверждается графиками переходных процессов скорости и момента асинхронного двигателя.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Файзиев М.М., Курбанов Н.А., Имомназаров А.Б., Бекишев А.Э. Моделирование пуска асинхронных двигателей в MatLab. Вестник науки и образования. 2017. Т. 1. № 3 (27). С. 42-47.

[2] А. С. Семёнов. Моделирование режимов работы асинхронного двигателя в пакете программ MatLab. Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. 2014. Т. 11. № 1. С. 51-59.

[3] Нго Сян Кыонг, До Ньы И, Зыонг Хоа Ан. Моделирование электропривода с частотным управлением асинхронного двигателя. Известия ТулГУ. Технические науки. 2014. Выпуск 3.С. 221-228.

[4] Arul Prasanna Mark, Rajasekaran Vairamani, and Gerald Christopher Raj Irudayaraj. Mathematical Modeling and Analysis of Different Vector Controlled CSI Fed 3-Phase Induction Motor Drive. Journal of Applied Mathematics. Volume 2014. pp. 1-13.

[5] Куанышев Б.М., Абдуллаев С.С., Бақыт Ғ.Б. Тепловоз ТЭ33А производства АО «Локомотив құрастыру зауыты». Устройство, назначение узлов и агрегатов: Учебное пособие / Б.М. Куанышев, С.С. Абдуллаев, Ғ.Б. Бақыт. – Алматы: КазАТК, 2015. – 257 с.

[6] Браславский И.Я., Ишматов З.Ш., Поляков В.Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод. – М.: Издат. центр «Академия», 2004. 256 с.

[7] Терехов В.М., Осипов О.И. системы управления электроприводов. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 304 с.

[8] Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В. MATLAB 7. – М.: НТ Пресс, 2006. – 164 с.

[9] Бояринов А.И., Кафаров В.В. Методы оптимизации в химической технологии. - М.: Издательство «Химия», 1975. – 576 с.

[10] Дьяконов В.П. MATLAB 7*/R2006/R2007; Самоучитель. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 768 с.

Сарбаев С.Ш., Орунбеков М.Б.

Қозғалтқыш статорының кернеуін реттеумен асинхронды электржетекті автоматты реттеу жүйесінің параметрлерін синтездеу

Түйіндеме. Бұл мақала, тепловоздарда тартым қозғалтқышы ретінде қолданыс тапқан үлкен қуатты асинхронды электржетекті автоматты реттеу жүйесінің параметрлерін синтездеу мәселелеріне арналған. ТЭ33А сериясындағы тепловоздың асинхронды тартым қозғалтқышының техникалық сипаттамалары келтірілген. Асинхронды қозғалтқыштың параметрлерін синтездеу үшін сканерлеу және Рунге-Куттің дифференциалды теңдеулерін шешу әдістері қолданылған. Кернеудің автономды инверторы – жиілікті түрлендіргіш жүйесінің көмегімен асинхронды қозғалтқыштың іске қосылуын моделдеу жүргізілген. Модельдеу уақытына тәуелді график түріндегі зерттелетін шамалардың нәтижелері алынған. MatLab ортасында модельдеу нәтижелері бойынша қорытынды жасалған.

Кілт сөздер: тепловоз, асинхронды қозғалтқыш, АРЖ, синтез, моделдеу, MatLab

УДК 622.054

V.G. Golubev, A.S. Sadyrbayeva, S.Y. Baibotayeva, A.M. Turebekova,
N.A. Besbayeva, S.Zh. Aikenova
(M. Auezov South-Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan,
e-mail: a.sadyrbaeva@mail.ru)

THE TECHNIQUE AND DESCRIPTION OF THE EXPERIMENTAL SETUP FOR CONDUCTING RESEARCH ON THE PROCESS OF OIL DISPLACEMENT WITH AQUEOUS SOLUTIONS OF THE TESTED COMPONENTS

Abstract. In the present paper, a description was given of the experimental setup scheme and the methodology for conducting research on the process of oil displacement. The results of the experiments are presented in the form of the dependence of the interfacial tension of the Nuraly oil field at the oil – water solution interface, on the concentration of the pumped component. According to the research results for the Nuraly oil field, the maximum PAA concentration in a solution of produced water is in the range of 1.0 mass. up to 1.5% of the mass. For the reagent PAA, the optimal concentration is the concentration of an aqueous solution of nonionic PAA equal to 1.5% by weight.

Key words: experimental setup, method, oil, process research, oil displacement, interfacial tension.

В.Г. Голубев, А.С. Садырбаева, С.Е.Байботаева, А.М. Туребекова,
Н.А. Бесбаева, С.Ж. Айкенова
(Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауезова, Казахстан, г. Шымкент,
e-mail: a.sadyrbaeva@mail.ru)

МЕТОДИКА И ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ВЫТЕСНЕНИЯ НЕФТИ ВОДНЫМИ РАСТВОРАМИ ТЕСТИРУЕМЫХ КОМПОНЕНТОВ

Аннотация. В представленной работе дано описание схемы экспериментальной установки и методики проведения исследований процесса вытеснения нефти. Приводятся результаты экспериментов в виде зависимости межфазного натяжения нефти месторождения Нуралы на границе раздела нефть – водный раствор, от концентрации прокаченного компонента. По результатам исследования для нефти месторождения Нуралы предельная концентрация ПАА – в растворе пластовой воды находится в диапазоне от 1,0 масс. до 1,5 % масс. Для реагента ПАА оптимальной концентрацией является концентрация водного раствора неионогенного ПАА равная 1,5% масс.

Ключевые слова: экспериментальная установка, методика, нефть, исследование процесса, вытеснение нефти, межфазное натяжение.

Задачи по исследованию процесса вытеснения нефти из нефтяного пласта всегда являются актуальными, поскольку позволяют получать ответы на многие вопросы по поиску путей увеличения нефтеотдачи пластов [1-10].

Методика и установка. Для проведения исследований процесса вытеснения нефти растворами тестируемых компонентов, была смонтирована экспериментальная установка, представленная на рис. 1.

Экспериментальная установка состоит из следующих узлов: емкости с мешалкой 6 для приготовления вытесняющего раствора; трубы 1, в которой установлена модель 2 элемента нефтяного пласта; емкости 5 для сбора вытесненной нефти и линии подачи вытесняющего раствора в модель элемента нефтяного пласта.

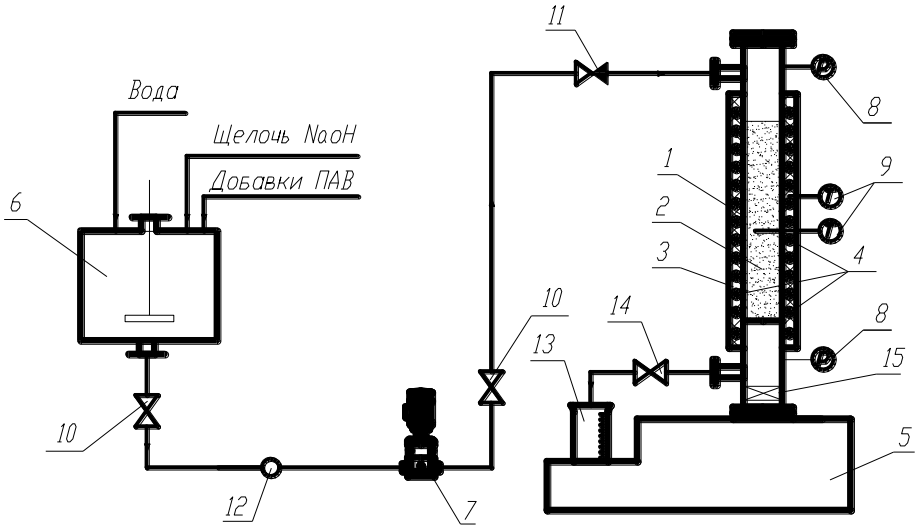
Подача вытесняющего раствора в модель элемента пласта выполняется при помощи насоса высокого давления 7.

Расход вытесняющего раствора регулируют вентилями 10, по показаниям расходомера 12. С целью предотвращения сброса давления, линия подачи раствора комплектуется обратным клапаном 11.

Вода и добавки тестируемых компонентов для приготовления вытесняющего раствора загружают в емкость 6, откуда после усреднения подают во всасывающую линию насоса 7.

Для поддержания заданного температурного режима в модели 2 элемента нефтяного пласта, на трубе 1, смонтирован электроподогреватель 4. Труба 3, является теплоизолированной.

Количество выделенной нефти определяют по объему заполнения мерного цилиндра 13.



1 - Труба $Д_у$=50мм; 2 - Модель нефтяного пласта; 3 - Теплоизоляция; 4- Электроподогреватель; 5 - Емкость сбора вытесненной нефти; 6 - Емкость для приготовления вытесняющего раствора; 7 - Насос высокого давления; 8 - Манометр; 9 - Термопара; 10 - Вентиль для регулирования подачи вытесняющего раствора; 11 - Обратный клапан; 12 - Расходомер; 13 - Мерный цилиндр; 14 - Вентиль подачи вытесненной нефти в мерный цилиндр; 15 - Вентиль подачи вытесненной нефти в емкость поз. 5.

Рис.1. Схема экспериментальной установки для проведения исследований процесса вытеснения нефти водными растворами тестируемых компонентов.

Основное технологическое звено экспериментальной установки – модель элемента нефтяного пласта, представляющая собой трубку из нержавеющей стали L=150 см и $Д_{вн}$=50 мм, в которую установлены искусственно приготовленные керны нефтяных пластов L=100 см.

Для этого, трубка заполняется кварцевым песчаником фракции 0,1 мм. Для регулирования проницаемости пористой среды в опытах использовали маршалит (пылевидный кварц).

Для моделирования нефтенасыщенного коллектора со связанной водой модель элемента пласта вакуумировалась, насыщалась пластовой водой месторождения Нуралы и по этой воде определялась проницаемость модели элемента пласта.

Затем модель пластовой воды вытеснялась из трубки потоком нефти с постоянным расходом до достижения неснижаемой остаточной водонасыщенности.

Насыщение модели нефтью вели до прорыва нефти и прокачки одного порового объема жидкости. По вытесненному количеству пластовой воды определяли начальные водо- и нефтенасыщенности.

Среднее значение коэффициента нефтенасыщенности для образца керна месторождения Нуралы - 0,65÷0,70, водонасыщенности - 0,30÷0,35.

Установка по изучению вытеснения нефти в пластовых условиях работает следующим образом.

Нефтенасыщенная трубчатая модель 1, запирается вентилями поз. 14 и поз.15, но открываются вентили 10, регулирующие подачу вытесняющего в модель элемента нефтяного пласта.

С помощью насоса 7 высокого давления, в трубчатой модели 1 нефтяного пласта, создается расчетное пластовое давление.

При давлении, превышающем пластовое, открываются вентили 14 или 15, создается требуемый перепад давления и происходит фильтрация.

Для поддержания необходимой температуры в трубчатой модели 1, подключается электроподогреватель 4.

Эксперименты. Опыты проводились на однородных моделях пласта. Исследования проводились с моделированием условий максимально приближенных к пластовым. В качестве вытесняющего агента использовались пластовые воды месторождения Нуралы.

Вытесняющий агент прокачивался через образец модели керна до прекращения выхода углеводородной фазы, (но не менее 30 поровых объемов) с расходом 0,5 мл/мин.

После проведения исследования образец керна экстрагировался и подготавливался к следующему эксперименту.

Экстрагирование образцов кернового материала производилось с помощью отжимной центрифуги с использованием спирто-бензольной смеси (соотношение 1:2) и дистиллированной воды. После этого образцы керна помещались в термошкаф и при температуре 105ºС высушивались до достижения постоянной массы.

В исследованиях использовались – нефть месторождения Нуралы и водные растворы реагентов – в пластовой воде данного месторождения.

Свойства и состав исследуемой нефти: плотность нефти 0,816 г/см^3; вязкость 16,8 мПа/с; нефть малосернистая (сера до 0,52%), смолистая (асфальтеново-смолистые вещества составляют до 9%), высокопарафинистая (парафины от 10 до 12 %).

В экспериментах использовались реагенты трех марок – ПАА, АПАВ (ДС-РАС), НПАВ (Сульфанол).

Концентрацию добавок реагента в пластовой воде варьировали в пределах 0,25-0,2% масс.

Межфазное натяжение на границе «раствор реагента – нефть» определяли методом объема капли по ГОСТ Р 50097-92.

Исследования проводили при температуре 50ºС, что соответствует пластовой температуре данного месторождения.

Результаты проведенных исследований приведены на рисунке 2.

Анализ результатов экспериментов показывает, что межфазное натяжение зависит от концентрации реагента в растворе пластовой воды и вида реагента.

Так, с увеличением концентрации компонента в пластовой воде наблюдается заметное снижение поверхностного натяжения на границе нефть – прокачиваемый раствор.

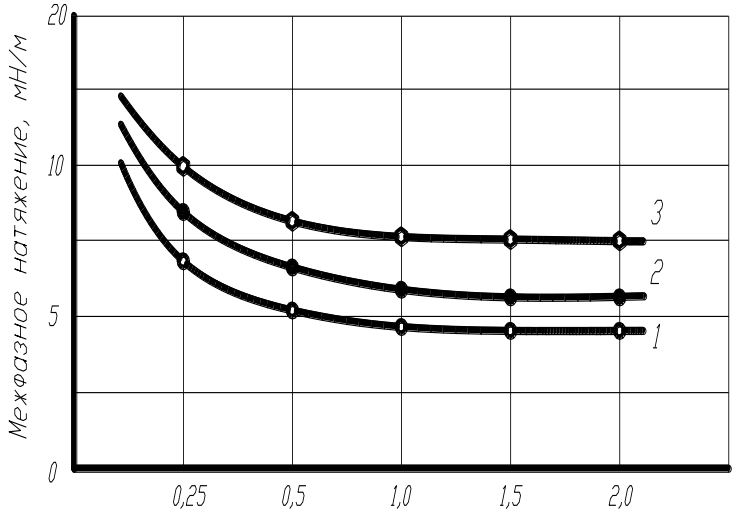
Наилучшее снижение межфазного натяжения получено при использовании реагента ПАА (рис. 2, линия 1).

Снижение межфазного натяжения нефти месторождения Нуралы на границе с раствором исследуемого компонента в пластовой воде связано с переходом из этого раствора нефтерастворимых компонентов.

Выводы. По полученным результатам видно, что объем перешедших в нефть нефтерастворимых компонентов увеличивается при увеличении его концентрации в водном растворе.

Так, если при концентрации компонента 0,25% масс., значение межфазного натяжения, при использовании реагента ПАА составляет 6,7 мН/м, то при концентрации 1,5% масс., значение поверхностного натяжения снижается до 4,8 мН/м.

Дальнейшее повышение концентрации реагента в пластовой воде более 1,5%, менее заметно влияет на значение поверхностного натяжения.



Концентрация водного раствора прокаченного компонента,% масс.
1-ПАА, 2- Сульфанол (НПАВ), 3- АПАВ (ДС-РАС)

Рис.2. Зависимость межфазного натяжения нефти месторождения Нуралы на границе раздела нефть – водный раствор, от концентрации прокаченного компонента.

Так с увеличением концентрации ПАА от 1,5% масс. до 2,0% масс., значение поверхностного натяжения снижается от 4,8 до 4,75 мН/м, т.е. на 1,04%.

По всей вероятности, данный процесс имеет свою предельную границу, при которой последующее увеличение концентрации реагента в растворе пластовой воды не влияет на дальнейшее снижение межфазного натяжения.

Предельная концентрация реагента имеет большое значение в процессах заводнения с использованием данных водных растворов.

По результатам исследования для нефти месторождения Нуралы предельная концентрация ПАА – в растворе пластовой воды находится в диапазоне от 1,0 масс. до 1,5 % масс. (рис. 2, линия 1).

Из этого следует, что для реагента ПАА оптимальной концентрацией является концентрация водного раствора неионогенного ПАА равная 1,5% масс.

Аналогичная закономерность наблюдается при использовании в качестве реагентов АПАВ(ДС-РАС) и НПАВ Сульфанола (рис. 2, линии 2 и 3, соответственно).

ЛИТЕРАТУРА

[1] Гордадзе Г.Н. Закономерности изменения углеводородного состава нефтей в зависимости от температуры их залегания / Г.Н. Гордадзе, И.А. Матвеева, В.Ф. Иванов // Геология нефти и газа. 2000. – №6. - С. 27-30.

[2] Уолкот Дон. Разработка и управление месторождениями при заводнении. / Уолкот Дон. – М.: ЗАО «ЮКОС-ЭП». 2001. – 143 с.

[3] Кожабергенов М. М., Обоснование эффективных технологий до извлечения остаточной нефти из обводненных пластов на примере XIII горизонта месторождения Узень.: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – М., 2006. – 274с.

[4] Гиматудинов Ш. К. и др. Физика нефтяного и газового пласта. – М.: Недра, 1982. – 312 с.

[5] Варфоломеев Д. Ф., Хамаев В. Х. Химия нефти и газа. – Уфа, 1977. – 61 с.

[6] Желтов Ю.П. Разработка нефтяных месторождений. Учебник для вузов. – М.: Недра. 1986г. – 366 с.

[7] Айткулов А.У. Основы подземной гидромеханики и разработки нефтяных месторождений. Под. Редакцией Т.К. Ахмеджанова, Алматы, 2003. – 145 с.

[8] Р.Ж. Абиров, А.Г. Мухамедова, Б. Панабеккызы, Н.А. Еремин, Ж.Ж. Абиров, А.А. Нестеркин. Опытно-промышленное внедрение полимерного заводненияна месторождении Южно-Тургайского бассейна // Нефтепромысловое дело, 2016. - №5. – С.15-19.

[9] Н.А. Еремин, А.Б. Золотухин, Л.И. Назарова, С.А. Черников. Выбор метода воздействия на нефтяную залежь/: учеб. пособ. / под ред. И.Т. Мищенко. – М.: ГАНГ, 1995. – 190 с.

[10] А.Тома, Б.Саюк, Ж.Абиров. Полимерное заводнение для увеличения нефтеотдачи на месторождениях легкой и тяжелой нефти // Territorija neftegas, 2017. – №7-8. – С.50-66.

Голубев В.Г., Садырбаева А.С, Байботаева С.Е., Туребекова А.М., Бесбаева Н.А., Айкенова С.Ж.

Сыналатын компоненттердің сулы ерітіндісімен мұнайды ығыстыру процесін зерттеуге арналған тәжірибелік қондырғының әдістемесі мен сипаттамасы

Түйіндеме. Мақалада мұнайды ығыстыру процесінің тәжірибелік қондырғысы мен зертету жүргізу әдістемесі келтірілген. Нұралы кен орнының мұнайының мұнай – су ерітіндісі шекарасында фазааралық тартылуының айдалған компонент концентрациясына тәуелділігі түріндегі тәжірибе нәтижелері келтірілген. Зерттеу нәтижелері бойынша ПАА реагенті үшін тиімді концентрация ионогенді емес ПАА мөлшері 1,5% масс. тең болатын су ерітіндісінің концентрациясы болып табылады.

Негізгі сөздер: тәжірибелік қондырғы, әдістеме, мұнай, процесті зерттеу, мұнайды ығыстыру, фазааралық тартылу.

УДК 538.911

[1]G. Bayenova, [1]A. Zhumadillayeva, [2]X.-G. Yue
([1] L.N.Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan,
[2] Rajamangala University of Technology Rattanakosin, Thailand
e-mail: gulmmira@yandex.ru)

MODELING AND WAVE PROCESSES IN COMPOSITE MATERIALS

Abstract. The paper considers the formation of the necessary properties of composite materials based on the design of the material structure and the study of wave interactions in a composite medium. The influence of wave

processes on the properties and characteristics of a composite is considered using differential equations, Floquet's theorem, etc. Thus, computer simulation of wave propagation allows predicting the impact of strong shocks, temperature and pressure on materials and structures. Methods are obtained that take into account the geometric periodicity of the material structure.

Key words. Composite materials, Floquet theory, elastic waves, periodic matrix, band gaps.

[1]Г.М. Баенова, [1]А.К. Жумадиллаева, [2]X.-G. Yue
([1]Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан,
[2]Технологический университет Раджамангала, Раттанакосин, Тайланд.
e-mail: gulmmira@yandex.ru)

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ВОЛНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Аннотация: В работе рассмотрены вопросы формирования необходимых свойств композитных материалов на основе проектирования структуры материала и исследования волновых взаимодействий в композитной среде. Рассмотрены влияние волновых процессов на свойства и характеристики композита, с помощью дифференциальных уравнений, теоремы Флоке и др. Таким образом, компьютерное моделирование распространения волн позволяет прогнозировать воздействие сильных ударов, температуры и давления на материалы и конструкции. Получены методы, учитывающие геометрическую периодичность структуры материала.

Ключевые слова: композитные материалы, теория Флоке, упругие волны, периодическая матрица, запрещенные зоны.

1. Введение. Стремительная эволюция за последние десять лет в области материаловедения и инженерии привела к разработкам современных материалов с новыми функциональными и эстетическими характеристиками, нашедших широкое применение как в бытовых предметах, так и в стратегических отраслях промышленности. Разработка долговечных, экономических и в то же время экологических материалов представляет собой первостепенную задачу любого государства. К таким материалам относятся композиты [1-4]. Использование композитов предлагает конструкторам ряд новых решений для многих видов инженерных проблем.

В современном мире на нашу повседневную жизнь особенно сильное воздействие оказывают шумы и различного рода вибрации. Хорошо известны доказательства, которые подтверждают связь между воздействием окружающей среды и психическим здоровьем человека [5]. Таким образом, на международном и национальных уровнях приняты и существуют меры по снижению уровня шума, как в окружающую среду, так и на рабочие места [6].

Имеется много исследований по проектированию и созданию композитов для уменьшения шумов, вычислены характеристики акустических барьеров и контролю шумов. Звукопоглощающие и звукоизоляционные композитные материалы являются объектами промышленного производства, т.к. шум хорошо известен как источник загрязнения и распространения экологического стресса в окружающей среде. Одними из новейших промышленных разработок являются композиты с низкими акустическими потерями для гидроакустических окон. Для этого используются определенные технологии смешивания акустических и структурных волокон в специально подобранную ткань, обеспечивающие высокопрочную защиту, через которую проходят гидролокационные волны. Это позволяет минимизировать рассеяние гидролокационной волны для формирования более четкого и точного сигнала.

Разработаны и запатентованы много инновационных материалов, обеспечивающих широкий спектр характеристик: устойчивость к повреждениям, огнестойкость, демпфирование вибраций и другие.

Создание таких материалов означает разработку математических моделей, которые достаточно близко представляют экспериментальную реакцию реальных композитов на прикладные напряжения и условия окружающей среды. Сложность разработки заключается еще и в том, чтобы предсказать срок службы композита, т.к. в ходе эксплуатации в композитах накапливаются повреждения и другие индивидуальные процессы, проходящие на микроструктурном уровне.

2. Волновые процессы в композитах. Волны напряжений в композитных материалах представляют интерес для научных разработок как с точки зрения конструкции материала, так и с точки зрения потенциального разрушения композита, которое может возникнуть в структуре при распространении в них кратковременных импульсов напряжения.

Волны напряжения являются диагностическим инструментом для измерения упругих свойств, поиска потоков и передачи информации. При диагностике используют волны в виде импульсов или ультразвуковых синусоидальных импульсов.

Сейсмологи давно заинтересовались исследованием волн напряжения, в частности, изучение волн в слоистых средах [7]. Ранние исследования ламинированных сред были направлены фактически на геофизическое применение.

Однако инженеры-конструкторы обычно полагаются на свойства композитных материалов, связанные с выдержкой сил или нагрузок. Если эти силы являются результатом удара или воздействием на структуру, силы будут передаваться через структуру в виде волн напряжения.

Если прогнозирование распределения напряжений для статических или квазистатических нагрузок (вибраций) обычно может быть сделано инженерами-конструкторами, то реализовать методы прогнозирования траектории импульсов напряжения внутри сложной конструкции сложно даже для однородных материалов. Решение этой задачи усложняется еще и анизотропией и неоднородностью, присущие композитным материалам.

Важность выдержки ударных напряжений в композитных конструкциях и их значение видно на примерах применения этих материалов в корпусах вентилятора авиационного двигателя [8]. Дополнительно к нагрузкам, вызванными центробежными и вибрационными силами, корпус должен также выдерживать нагрузки, возникающие при воздействии внешних сил, таких как птицы, камни, гайки и болты.

Ударные нагрузки включают два фактора, которые не учитываются при анализе статического напряжения. Одним из них является скорость распространения импульса напряжения в материале.

В ситуации статики энергия деформации может распределяться по всей структуре, но при ударной нагрузке объем накопления энергии ограничен скоростью распространения волн в материале. При кратковременных ударных нагрузках небольшое количество энергии в небольшом объеме может привести к напряжениям, которые могут разрушить или повредить материал.

Физические характеристики некоторых материалов и скорости распространения волн напряжения показаны в таблице 1 [9]. Эти скорости зависят от направления распространения волны и, когда предел упругости превышен, также зависят от уровня напряжения. Эти скорости волн представляют собой движения, усредненные по локальной области композита, включающей множество слоев, волокон или частиц, в зависимости от того, конструкции композита. Внутри каждого компонента материала распространение напряжения аналогично их распространению в соответствующих однородных материалах.

Таблица 1. **Значения физических характеристик различных материалов.**

Материал	Модуль упругости E (нм/м^2) 10^{-3}	Плотность ρ (кг/м) 10^{-3}	Коэффициент Пуассона σ	Скорость звука (м/с)		Удельное волновое сопротивление (кг/(м^2 ·с)) ·10^{-6}
				C_l	C_t	
Алюминий	7,1	2,7	0,34	6260	3080	16,9
Вольфрам	36,2	19,1	0,35	5460	2620	104,2
Углеродистая сталь	20,4	7,8	0,28	5850	3230	45,6
Молибденовая сталь	18,6	8,4	0,28	5320	2950	44,5
Чугун	20,5	8,8	0,27	3500-5600	2200-3200	29,0
Никель	12,5	8,9	0,31	5630	2960	41,8-49,5
Медь	12,5	8,9	0,35	4700	2260	24,2-41,8
Олово	5,5	7,3	0,39	3320	1670	24,2
Титан	19,8	4,5	-	6000	3500	27,0
Магний	4,1	1,74	0,33	4600	2200	7,82
Полистирол	-	1,1	-	2370	1120	2,61
Стекло органическое	-	1,18	-	2670	1120	3,14

Резина	-	0,9	-	1480	-	1,4
Эбонит	-	1,3	-	240	-	3,12
Эпоксидная смола	-	1,1	-	2600	-	2,86
Фторопласт	-	2,2	-	1350	-	3,5
Вода	-	0,998	-	1490	-	1,49
Масло трансформаторное	-	0,9-0,92	-	1380-1400	-	1,25-1,27
Спирт	-	0,79	-	1200	-	0,92
Воздух	-	$1{,}3\cdot10^{-3}$	-	331	-	$4{,}3\cdot10^{-4}$
Водород	-	$0{,}9\cdot10^{-4}$	-	1248	-	$1{,}1\cdot10^{-4}$

Второй фактор – скорость изменения деформации в конструкции, т.к. ударная нагрузка отличается от статической нагрузки.

Известно, что композиты при высоких скоростях деформации обладают различными прочностными свойствами [10-12]. Часто это приводит к более высокой конечной прочности при увеличении скорости деформации (рис.1). Особенно это касается широкого спектра полимерных материалов обладающих повышенной чувствительностью при более высоких скоростях деформации. Увеличение чувствительности к скорости деформации наблюдалось и в металлах, например, в меди.

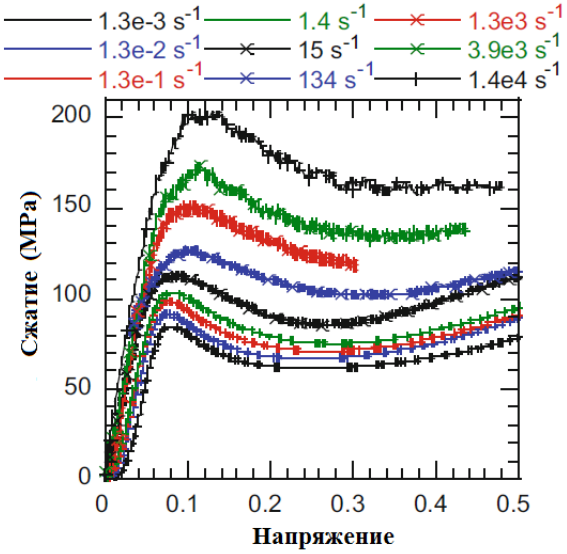


Рис.1. Зависимость напряжения от сжатия для эпоксидной смолы.

Вышеназванные факторы, зависящие от скорости и конечного волнового времени, являются общими для всех конструкционных материалов, подверженных ударам и нагрузкам. А анизотропия и неоднородность, присущая композитам, требует особого внимания при проектировании ударопрочной композитной структуры.

Анизотропные волны в твердых телах известны специалистам в области физики кристаллов и сейсмологии, однако эти эффекты не очень хорошо известны в структурном проектировании, где часто используются обычные изотропные материалы, такие как алюминий и сталь. Композиционные материалы имеют уникальную особенность, состоящую в том, что степень анизотропии может варьироваться в материале, и, следовательно, аналитик может изменить направленное распределение волн напряжения в зоне удара и, возможно, избежать серьезного разрушения или повреждения (возможно, путем разумного выбора углов укладки слоев).

Влияния границ или разрывов свойств материала на волны напряжения хорошо известны [13, 14]. Когда волна напряжения сталкивается с границей, перпендикулярной фронту волны, разделяющей материалы различной плотности и скорости волны, ρ, v, напряжение на поверхности изменяется на

$$\sigma = \sigma_0 \frac{\rho_2 v_2}{\rho_1 v_1 + \rho_2 v_2} \quad (1)$$

Где σ_0 – напряжение в материале «1», если граница отсутствует. Значение ρv называется акустическим сопротивлением и зависит от типа волны (например, сдвиг или дилатация в изотропных твердых веществах).

Таким образом, волна, возникающая из «более мягкого» материала, т.е. $\rho_1 v_1 < \rho_2 v_2$, всегда испытывает увеличение напряжения на границе. Это имеет место для многих композитов, особенно тех, которые включают в себя матрицу, такую как эпоксидная смола, и такое жесткое волокно, как графит, стекло или бор.

Другим эффектом неоднородности является дисперсия. Дисперсия среднего составного движения приводит к искажению импульса напряжения по мере его распространения. Влияние дисперсии увеличивается с уменьшением длительности импульса напряжения, времени нарастания или периода.

Таким образом, импульс, первоначально контактирующий с сжимающими напряжениями, может создавать растягивающие напряжения по мере распространения волны и, возможно, вызывать микротрещины в композите.

Литература на тему волн в композитах значительно расширилась за последние несколько лет, и все еще публикуются новые теоретические и экспериментальные результаты.

3. Периодические композиты. Когда составляющие композита расположены в периодической матрице, такой как слоистая среда или волокнистый композит с равномерным интервалом, смещения и напряжения в гармонических волнах могут быть представлены периодическими функциями.

Эта проблема называется «Теория Флоке» в области дифференциальных уравнений. Таким образом, проблема сводится к поиску решения в одной ячейке. Такие задачи имеют аналоги в теории твердого тела электронных волн в периодических потенциалах.

Решение уравнения Шредингера для этих задач вариационными методами было изложено Коном в 1952 году, а расширение этих методов для периодических композитов было сделано в 1972 году и применена к слоистому композиту [15].

В дальнейшем, вышеупомянутый вариационный метод, был применен для волны, распространяющейся нормально в периодических волокнистых композиционных материалах [16].

Аналогичные проблемы исследовались и другими учеными.

Согласно теории Флоке, волнообразные решения Уравнения движения в периодической среде сами представлены в терминах периодических функций

$$u = U(x)e^{-i\omega t} = U_0(x)e^{i(kx-\omega t)}$$

$$U_0(x) = U_0(x + R)$$

где R – вектор решетки. Если напряжение записать в форме:

$$t_{ij} = \sigma_{ij\sigma} e^{-i\omega t}$$

получим уравнение движения:

$$\sigma_{kl} + \rho\omega^2 U_k = 0$$

Задача поиска решения уравнений движения в функции $U_0(x)$, которые являются периодическими по векторам решетки и удовлетворяют условиям непрерывности перемещения и вектора напряжения через ячейку и ее составляющие, равносильны нахождению стационарного значения функционала

$$I[U] = \int_{cell} \{-\sigma_{kl} e^*_{kl} + \rho\omega^2 U \cdot U^*\} dv$$

по отношению к полному набору функций $\{U_0\}$, которые являются периодами в векторах решетки, непрерывны и имеют непрерывные первые производные в ячейке (e_{kl}^* это тензор деформации и * означает комплексное сопряжение).

С помощью этой формулы можно выбрать линейную комбинацию функций из $\{U_0\}$ для аппроксимации волны в ячейке. Амплитуды каждой из функций выбраны таким образом, чтобы ограничить функциональный $I[U]$. Эта процедура приводит к однородному набору алгебраических уравнений, из которых получается дисперсионное отношение между ω и k.

В отношении $\omega(k)$ будет столько ответвлений сколько будет аппроксимирующих функций.

Несмотря на то, что способ может дать разумное приближение к дисперсионному соотношению, напряжения в ячейке могут быть не такими точными и приводить к разрывам в векторах напряжений на границах составляющих. Однако более общие вариационные схемы могут достигать лучшего определения напряжения, а также получения лучшего соотношения дисперсии.

Теория Флоке была успешна применена для распространения переходных процессов импульсов напряжения в слоистой среде [17].

Затухание распространяющейся волны представляет собой потерю энергии, в отличие от дисперсии, в которой энергия волны сохраняется, но перераспределяется в импульс деформированного напряжения. Потеря энергии при динамическом движении в композитах может быть отнесена, по меньшей мере, к четырем явлениям:

- вязкоупругие или неупругие эффекты компонентов;
- рассеяние волн;
- микроразрушение;
- трение между плохо связанными составляющими.

Одним из важных применений вязкоупругого демпфирования является концепция демпфирования пучков и пластин в ограниченном слое. В этом примере трехслойный материал имеет вязкоупругий слой, ограниченный двумя более жесткими упругими слоями.

Теория континуума для вязкоупругого слоистого композита была дана Р. Гротом и позже был рассчитан коэффициент затухания, с точки зрения вязкоупругих свойств для волны, распространяющейся вдоль слоев. В предыдущих работах волны не рассматривались.

Как и в акустике, эффект неоднородности в твердом материале заключается в рассеивании энергии из падающей волны. Если существует какой-то порядок неоднородностей, например, периодическая матрица волокон или частиц, эта рассеянная энергия может быть повторно направлена в волну (то есть дисперсия) или отражена обратно в источник волны.

В той степени, в какой неоднородность является случайной, упругая энергия будет рассеиваться из падающей волны, таким образом ослабляя импульс. Следовательно, смесь упругих твердых веществ может оказаться неэластичной по своим усредненным свойствам.

Имеются определенные особенности по этой проблеме при сравнении композитов с теорией кристаллических решеток. При исследовании гетерогенной упругой среды с падающей на нее плоской гармонической волной было выявлено, что на низких частотах рассеянная энергия показывает привычную релейную зависимость от частоты, т.е. ω^2.

Сконструированная модель рассеяния волн, распространяющихся перпендикулярно к волокнам, при условии, что волокно, и матрица являются упругими, показала на возможное существование рассеяния в композите при динамических нагрузках и затухание волн вследствие рассеяния.

4. Заключение. Воздействие шума является одним из самых распространенных источников в нашей повседневной жизни. Если уровень акустического давления шума превышает максимально допустимое значение, необходимо реализовать дополнительное ослабление посредством использования системы ослабления шума.

В работе предлагается получить периодическую структуру композита, при которой достигаются вибропоглощающие свойства, т.к. шум является вибрацией.

С помощью математического и имитационного моделирования рассчитываются свойства ослабления звуковых волн, а затем, и эффективность ослабления фонов звуковых волн. Дифракция относится к различным связанным явлениям с обходом звуковых волн, возникших препятствий, и эти явления происходят в случае любой волны, включая акустические.

ЛИТЕРАТУРА

[1] F-X. Bécot, L. Jaouen, F. Sgard. Noise control strategies using composite porous materials – Simulations and experimental validations on plate/cavity systems. Noise Control Eng. J. 59 (5), September-October 2011, стр. 464-475

[2] J. Zhang, Y. Shen, B. Jiang and Y. Li. Sound Absorption Characterization of Natural Materials and Sandwich Structure Composites. Aerospace 5, 75, 2018, pp. 1-13. Онлайн доступ: https://www.mdpi.com/journal/aerospace

[3] M. Bratu, O. Dumitrescu, O. Vasile, A. Constantin (Cristea) and M. Muntean. Research on the sound-absorbing properties of new composite materials with some wastes, Romanian Journal of Materials, 2014, 44 (2), pp. 160-168.

[4] S. Rajappan, P. Bhaskaran, P. Ravindran. An insight into the composite materials for passive sound absorption. Journal of Applied Sciences. Volume 17 (7), 2017, pp. 339-356.

[5] Онлайн доступ: https://scialert.net/fulltextmobile/?doi=jas.2017.339.356

[6] Science for environmental policy. Noise impacts on health. Issue 47, 2015. Онлайн доступ: https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/47si.pdf

[7] Technology for a quieter America. National Academy of Engineering. The national academies press. Washington, D.C., 2010, P.210. DOI: https://doi.org/10.17226/12928, Онлайн доступ: https://www.nap.edu/read/12928/chapter/1

[8] Бреховских Л.М., Годин О.А. Акустика слоистых сред. М.: Наука, 1989, 416 с.

[9] G.D. Roberts, D.M. Revilock, W.K. Binienda, W.Z. Nie, S.B. Mackenzie. K.B. Todd. Impact testing and analysis of composites for aircraft engine fan cases. NASA/TM, 2002. Онлайн доступ: https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20020061387.pdf

[10] Капранов Б.И., Коротков М.М. Акустические методы контроля и диагностики. Ч.1: учебное пособие. Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2008. – 186 с.

[11] H.M. Hsiao, I.M. Daniel. Strain rate behavior of composite materials. Composites Part B-Engineering, vol. 29, no. 5, 1998, pp. 521–533.

[12] R.L. Sierakowski. Strain rate behavior of metals and composites. 1997. Онлайн доступ: www.gruppofrattura.it/igf13/paper/download

[13] C.R. Siviour, J.L. Jordan. High strain rate mechanics of polymers: a review. J. dynamic behavior mater, 2, 2016, pp. 15–32. Онлайн доступ: https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs40870-016-0052-8.pdf

[14] Петухов Ю.В., Разин А.В., Собисевич А.Л., Куликов В.И. Сейсмоакустические и акустико-гравитационные волны в слоистых средах. – М.: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук, 2013. – 280 с. Онлайн доступ: http://www.ifz.ru/fileadmin/user_upload/docs/aspirantura/asp_library/2013_SAiAGV-compressed.pdf

[15] Беляев Ю.Н. Метод расчета акустических напряжений при шестилучевой дифракции в слоистых средах // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. – 2018. – № 4. – С. 82-92

[16] Kohn W., Sham L. J. Self-consistent equations including exchange and correlation effects // Physical Review. – 1965. – Nov. – Vol. 140, 4A. – A1133– A1138

[17] Wu E.M. Phenomenological anisotropic failure criterion. mechanics of composite materials, Academic Press, New York, Vol. 2, 1974, pp. 353-431.

[18] Krumhansl J.A., Lee E.H. Propagation of transient elastic waves in periodic composites. ARPA Materials research council report, Cornel University, Ithaca, New York, 1971.

[19] Grot R.A. A continuum model for curvalinear laminated composites. Int. J. Solids and Structures, 8, 439.

Баенова Г.М., Жумадиллаева А.К., Yue X.-G.

Түйіндеме. Жұмыста композиттік ортада толқындық өзара әрекеттесуді зерттеу және материал құрылымын жобалау негізінде композиттік материалдардың қажетті қасиеттерін қалыптастыру мәселелері қарастырылған. Композиттің қасиеттері мен сипаттамаларына, дифференциалдық теңдеулердің, Флоке теоремасының және т. б. көмегімен толқындық процестердің әсері қарастырылған. Осылайша, толқындардың таралуын компьютерлік модельдеу материалдар мен конструкцияларға қатты соққы, температура мен қысымның әсерін болжауға мүмкіндік береді. Материал құрылымының геометриялық кезеңділігін ескеретін әдістер алынды.

Түйінді сөздер: композиттік материалдар, Флоке теориясы, серпімді толқындар, мерзімді матрица, тыйым салынған аймақтар.

УДК 004.05

S.T. Tynimbayev, A.A. Shaikulova, A.U. Kalizhanova, A.Kh. Kozbakova
(Almaty University of Energy and Communications, Almaty
S.Tynym@mail.ru, Shaikulova_Ak_Al@mail.ru, kalizhanova_aliya@mail.ru)

CONVEYOR MULTIPLIER BY MODULE WITH ANALYSIS OF OLDER MULTIPLIER DISCHARGES

Abstract. Various ways of multiplying multi-digit numbers modulo are considered. The algorithm of multiplication of numbers is presented, where the process of multiplication modulo is divided into steps and at each step the operation of multiplication is combined with the operation of reducing numbers modulo and partial residues are formed.

The circuit solutions for pipeline multiplication of numbers modulo with the analysis of the least significant bits of the multiplier are considered. The proposed multiplier modulo does not require preliminary calculations and the calculation results do not go beyond the bit grid of the module.

Keywords: cryptosystem with a public key, hardware encryption, multiplication of numbers modulo, residual shaper, pipeline multiplier.

С.Т. Тынымбаев, А.А. Шайкулова, А.У. Калижанова, А.Х. Козбакова
(НАО Алматинский университет энергетики и связи им. Г. Даукеева
S.Tynym@mail.ru, Shaikulova_Ak_Al@mail.ru, kalizhanova_aliya@mail.ru)

КОНВЕЙЕРНЫЙ УМНОЖИТЕЛЬ ЧИСЕЛ ПО МОДУЛЮ С АНАЛИЗОМ СТАРШИХ РАЗРЯДОВ МНОЖИТЕЛЯ

Аннотация. Рассматриваются различные способы умножения многоразрядных чисел по модулю. Приводится алгоритм умножения чисел, где процесс умножения по модулю разбивается на шаги и в каждом шаге операция умножения совмещается с операцией приведения чисел по модулю и формируются частичные остатки. Рассмотрены схемные решения для конвейерного умножения чисел по модулю с анализом младших разрядов множителя. В предложенном умножителе по модулю не требуется выполнять предварительные вычисления и результаты вычисления не выходят за разрядную сетку модуля.

Ключевые слова: криптосистема с открытым ключом, аппаратное шифрование, умножение чисел по модулю, формирователь остатков, конвейерный умножитель

ВВЕДЕНИЕ

В асимметричных криптосистемах процедуры шифрования и расшифрования данных производятся возведением чисел a в степень x по модулю P ($a^x modP$), которые можно реализовать программно, программно-аппаратно и аппаратно [1, 2]. Аппаратное шифрование имеет ряд существенных преимуществ перед программным шифрованием, одним из которых является более высокое быстродействие [3]. Аппаратная реализация гарантирует его целостность. При этом генерация и хранение ключей, также шифрование осуществляются в самой плате шифратора, а не в оперативной памяти компьютера. Таким образом, обеспечивается защищенность реализации самого алгоритма, что также является важным преимуществом. Поэтому разработка быстродействующих операционных блоков аппаратных криптопроцессоров для асимметричного шифрования, несмотря на их высокую стоимость, является актуальной задачей.

Подходы к умножению по модулю. Умножение чисел по модулю можно выполнить двумя способами. В первом способе операция разбивается на два этапа. На первом этапе n-разрядные числа A и B перемножаются и формируется 2n-разрядное число C. На втором этапе произведение C = A * B приводится по модулю P.

К настоящему времени накоплен большой опыт в разработке быстродействующих целочисленных умножителей и устройств для возведения в квадрат. К ним относятся умножители Брауна, Уоллеса, умножители Дадда, систолические и ведические умножители и квадраторы, где сложность вычисления составляет O(n^2) битовых операций. Но эти умножителя очень эффективны при вычислении «малоразрядных» чисел, которые нашли широкое применение при построений операционных блоков компьютеров различного класса [4].

В криптографии для умножения многоразрядных чисел, позволяющего вычислить требуемое произведение быстрее, чем за O (n^2) шагов (битовых операции), нашли широкое применение метод Карацуба [5], сложность которого равно $O(n^{\log_2 3})$, алгоритм Тоома-Кука [6] со сложностью порядка $O(n2^{\sqrt{2\log_2 n}})$ битовых операций. А алгоритм Шенгахе-Штрассен [7] позволяет умножить двух n-разрядных чисел за O (nlog$n$ log$n$) битовых операций.

Операция приведения по модулю, которая выполняется на втором этапе, представляет собой получение остатка от деления произведения C=A*B на модуль P. В работе [8] проанализированы различные способы приведения чисел по модулю. Показано, что самым эффективным средством построения является устройство приведения по модулю на основе делительного устройства. В состав такого делительного устройства входят формирователь частичных остатков. На основе формирователей частичных остатков легко реализуется высокопроизводительные матричные и конвейерные устройства приведения чисел по модулю [9, 10, 11, 12, 13].

Во втором способе умножения по модулю с помощью алгоритмов Баррета или Монтгомери [14, 15, 16] ускоряется процесс умножения больших чисел по модулю. Однако в этих алгоритмах требуются предварительные вычисления константы, связанные с необходимостью использования алгоритма деления больших чисел.

Для алгоритма Баррета требуется предвычисление константы

$$\mu = \left\lfloor \frac{d^{2m}}{N} \right\rfloor$$

где $d = 2^k$, k-размер слова в битах, m-количество слов в модуле N.

Для алгоритма Монтгомери требуется предвычисление константы "$r^2(modN)$", используя деление с остатком.

В третьем способе процесс умножения чисел по модулю выполняется за множества шагов, где на каждом шаге операция умножения совмещается с операцией приведения чисел по модулю, формируя частичные остатки. Количество шагов при этом определяются разрядностью множителя.

Умножители чисел по модулю последовательного действия с анализом младших и старших разрядов множителя рассмотрены в [17,18]. Матричные умножители чисел по модулю рассмотрены в [19,20]. Основным недостатком этих умножителей является их низкое быстродействие. В данной работе рассматривается умножитель чисел по модулю с конвейерной организацией, который является архитектурным приемом для повышения производительности для умножения чисел по модулю.

Основная часть

При конвейерном умножении чисел весь процесс умножения чисел по модулю разбивается на последовательность законченных шагов. Каждый из этапов процедуры умножения выполняется логическими блоками своей ступени, причем эти логические блоки работают параллельно.

Результаты, полученные на i-й ступени передаются в (i+1) ступень для дальнейшую обработку. Передача информации со ступени на ступень происходит через буферную память, которая размещается между ними.

Для простоты пояснения работу конвейера рассмотрим на примере работы 4-х ступенчатого конвейера, структура которого приведена на рис. 1. Конвейер состоит из входных регистров РгА, РгВ и РгР, куда до начало умножения соответственно принимаются множимое А множитель В и модуль Р.

При конвейерном умножении чисел весь процесс умножения по модулю разбивается на последовательность законченных этапов. Каждый из этапов процедуры умножения выполняется логическими блоками своей ступени, причем эти логические блоки работают параллельно.

Результаты, полученные на i-ой ступени, передаются в (i+1) ступень для дальнейшей обработки. Передача информации со ступени на ступень происходит через буферную память, которая размещается между ними.

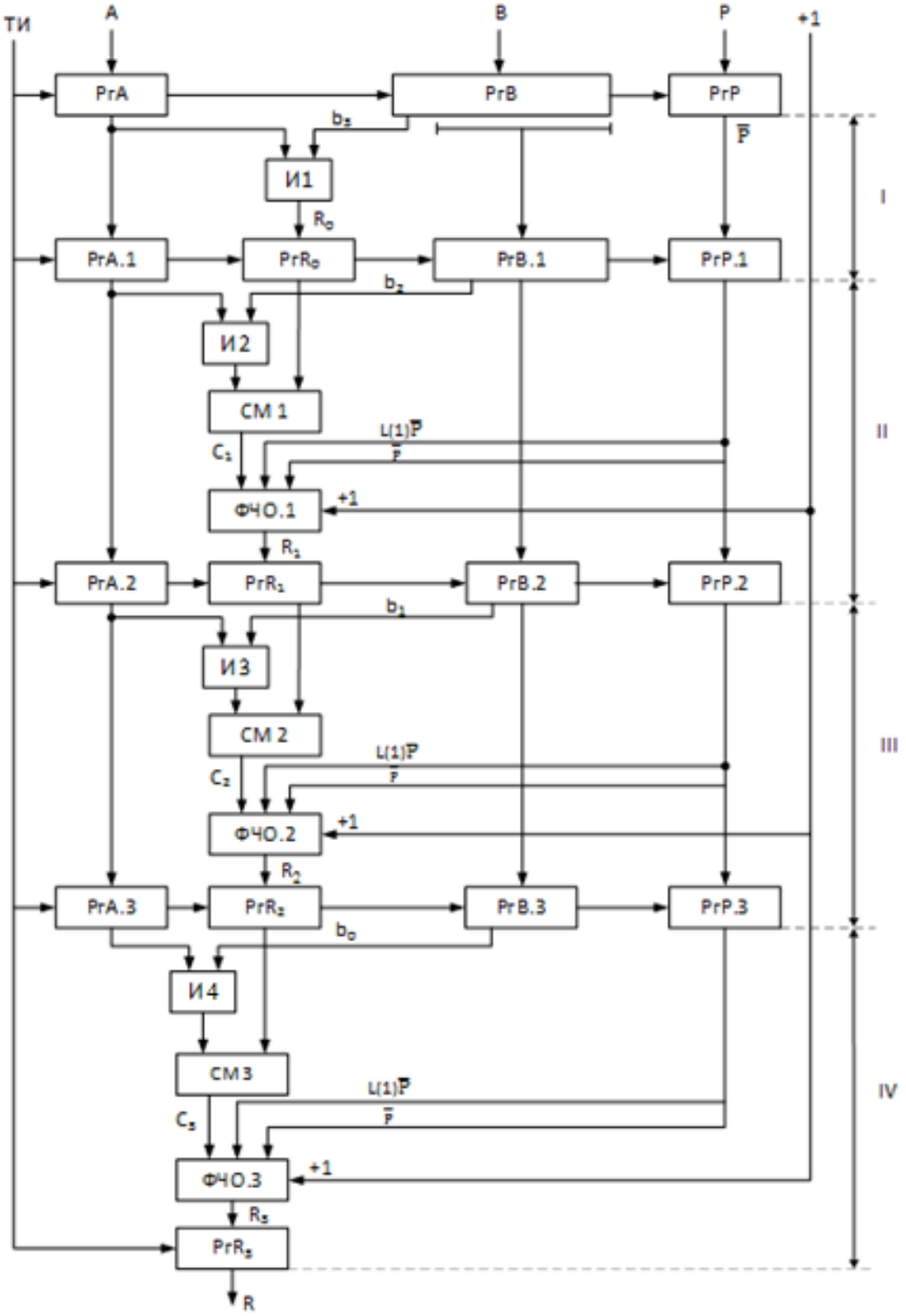


Рис. 1. Структурная схема четырехступенчатого конвейера для умножения чисел по модулю

Как видно из рис. 1 в первой ступени в качестве блока логических схем выступает блок логических схем И1, управляющий вход которого связан со старшим битом b_3 в регистре РгВ, а информационные входы связаны с регистром РгА. Выходы И1 связаны с буферным регистром 1-ступени $РгR_0$. Кроме регистра $РгR_0$ к буферным регистрам 1-ступени относятся РгА.1, РгВ.1 и РгР.1.

К блокам логических схем ступеней II, III и IV относятся блоки логических схем И2, И3 и И4 и сумматоры СМ1÷СМ3, а также формирователи частичных остатков ФЧО.1÷ФЧО.3. К буферным регистрам II-ступени относятся РгА.2, РгR_1, РгВ.2 и РгР.2. К буферным регистрам III-ступени относятся РгА.3, РгR_2, РгВ.3. и РгР.3. После подачи каждого тактового импульса ТИ перенос чисел А и Р из буферных регистров i-ой ступени РгР.i и РгА.i в регистры i+1 ступени РгР.i+1 и РгА.i+1 передаются без применений. Буферным регистром IV-ступени является регистр РгR_3.

После подачи первого тактового импульса ТИ1 по его переднему фронту содержимые входных регистров, составляющие первую тройку чисел A_1, B_1 и P_1 переносятся в буферные регистры первой ступени.

При этом в блоке схем И1 выполняется логическая операция $A_1\&b_3$ и при $b_3=1$ на выходах схем И1 формируется остаток $R_0=A_1$, который принимается в буферный регистр РгR_0.

Этим же импульсом содержимое регистра РгА переносится в РгА.1, содержимое регистра РгР перепишется в регистр РгР.1, а содержимое регистра РгВ за исключением бита b_{N-1} перепишется в буферный регистр РгВ.1.

По заднему фронту импульса ТИ1 входные регистры РгА, РгВ и РгР принимает вторую тройку чисел A_2, B_2 и P_2.

После подачи второго тактового импульса ТИ2 содержимые входных регистров переносит вторую тройку чисел (A_2, B_2 и P_2) в буферные регистры первой ступени. При этом в блоке схем И1 выполняется логическая операция $A_1\&b_{N-1}$. При $b_{N-1}=1$ на выходах И1 формируется остаток $R_0=A_2$, который принимается в буферный регистр РгR_0 первой ступени. Одновременно содержимые буферных регистров первой ступени переносятся в буферные регистры второй ступени. При этом логическими блоками этой ступени формируется значение частичного остатка по формуле:

$$R_1=[(A_1\&b_{N-2})+2R_0]modP_1,$$

где b_{N-2} старший бит множителя В, фиксированный в буферном регистре РгВ.1 первой ступени. R_1 принимается в буферный регистр РгR_2 второй ступени. По заднему фронту ТИ2 входные регистры РгА, РгВ и РгР принимают третью тройку чисел A_3, B_3 и P_3.

После подачи третьего тактового импульса ТИ3 тройка чисел A_3, B_3 и P_3 входных регистров РгА, РгR, РгР перемещаются в буферные регистры первой ступени. При этом блоком схем И1 первой ступени вычисляется частичный остаток $R_0=A_3\&b_3$, который запоминается в буферном регистре R_0 первой ступени. Импульсом ТИ3 также содержимые буферных регистров первой ступени переносятся в буферные регистры второй ступени. При этом логическими блоками второй ступени (И2, СМ1 и ФЧО.1) вычисляется значение частичного остатка над числами второй тройки (A_2, B_2 и P_2):

$$R_1=[(A_2\&b_2)+2R_0]modP_2,$$

где b_2 - старший бит числа B_2, фиксированный в старшем разряде буферного регистра РгВ.1 второй ступени конвейера. R_1 принимается в буферный регистр РгR_1 первой ступени конвейера.

Одновременно импульсом ТИ3 содержимые буферных регистров второй ступени (A_1, B_1 и P_1, R_1) переносятся в буферные регистры третьей ступени конвейера. При этом логическими блоками И3, СМ2, ФЧО.2 вычисляется частичный остаток R_2:

$$R_2=[(A_1\&b_1)+2R_1]modP_1,$$

где b_1 старший бит числа B_1, фиксированный в старшем разряде буферного регистра РгВ.2. Значение R_2 фиксируется в буферном регистре РгR_2 третьей ступени конвейера.

По заднему фронту ТИ3 входные регистры РгА, РгВ и РгР принимают четвертую тройку чисел A_4, B_4 и P_4 для умножения их по модулю.

После подачи четвертого тактового импульса ТИ4 содержимое входных регистров A_4, B_4 и P_4 переносятся в буферные регистры первой ступени. При этом логическим блоком И1 первой ступени вычисляется частичный остаток $R_0=A_4\&b_3$, который запоминается в буферном регистре РгR_0 первой ступени. Тактовым импульсом ТИ4 также содержимые буферных регистров первой ступени переносятся в буферные регистры второй ступени. При этом логическими блоками этой ступени вычисляется значение частичного остатка по формуле:

$$R_1=[(A_3\&b_2)+2R_0]modP_3,$$

где b_2 бит числа B_3, фиксированный в старшем разряде буферного регистра РгВ.1 первой ступени конвейера. R_1 принимается в буферный регистр РгR_1 второй ступени конвейера.

Одновременно тактовым импульсом ТИ4 содержимые буферных регистров второй ступени переносятся в буферные регистры третьей ступени. При этом логическими блоками третьей ступени вычисляется значение частичного остатка по формуле:

$$R_2=[(A_2\&b_1)+2R_1]modP_2$$

где b_1 бит числа B_2, фиксированный в старшем разряде буферного регистра РгВ.2. Значение R_2 фиксируется в буферном регистре РгR_2 третьей ступени конвейера.

Тактовым импульсом ТИ4 также содержимые буферных регистров третьей ступени переносятся в буферный регистр четвертой ступени. При этом логическими блоками четвертой ступени вычисляется значение остатка R_3:

$$R_3=[(A_1\&b_0)+2R_2]modP_1$$

где b_0 бит числа B_1, фиксированный в буферном регистре РгВ.3. Значение R_3 фиксируется в выходном регистре РгR_3 и R_3 является результатом умножения

$$R=(A_1\cdot B_1)modP_1$$

После подачи в схему конвейера следующих тактовых импульсов ТИ5, ТИ6 и т.д.

На выходах регистра РгR_3 получим результаты умножения тройки чисел $A_2B_2P_2$, $A_3B_3P_3$ и т.д.

$$R=(A_2\cdot B_2)modP_2,$$
$$R=(A_3\cdot B_3)modP_3 \quad \text{и т.д.}$$

На рис. 2 приведена функциональная схема формирователя частичных остатков, где формируется остаток $R_i=[(A_1\cdot b_i)+2R_i]modP=C_imodP$.

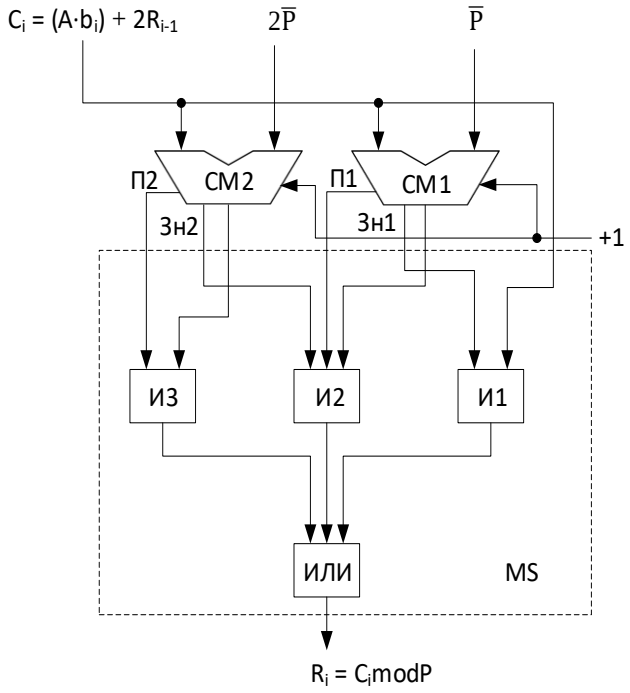


Рис. 2. Функциональная схема формирователя частичного остатка

ФЧО состоит из двух двоичных сумматоров СМ1 и СМ2. На левые входы сумматоров подается значение $C_i=A\cdot b_i+2R_{i-1}$. На правые входы СМ2 и СМ1 подается значение $2\overline{P}$ и $\overline{P}$ и +1. На этой схеме П1 и П2 – переносы из знаковых разрядов и Зн1 Зн2 – знаки результатов операций, выполненных в сумматорах СМ1 и СМ3. Блоки логических схем И1, И2 и И3 также блоки схем ИЛИ образуют мультиплексор (MS). Мультиплексор служит для выделения наименьшего положительного остатка в зависимости значений П2 и П1 и знаков Зн2 и Зн1. В таблице 1 приведены условия формирования наименьшего положительного остатка.

Таблица 1. **Условия формирования наименьшего положительного остатка**

п/н	П2	Зн2	П 1	Зн1	Выходы сумматоров		C_i
					СМ2	СМ1	
1	1	0	1	0	R_i	-	-
2	0	1	1	0	-	R_i	-
3	0	1	0	1	-	-	$R_i=C_i$

Например, пусть $C_i<2P$ и $C_i<P$, при этом сигналом П2=П1=0 запрещает выдачу кодов с выходов СМ2 и СМ1 на выходы блока схем И3 и И2. Сигналом Зн1=1 разрешаются значению C_2 выдать через блока схем И1 на выход. При этом $R_i=C_i$.

При П2=П1=1 результат вычитании $C_i-2\overline{P}$ через схему И3 выдается на выход. При этом сигналами Зн2=Зн1=0 запрещается выдачу результата вычитания C_i-P и выдачу C_i на выход.

Приведем вычисления, выполняемые в ступенях четырехступенчатом конвейере.

Пусть $A=14_{10}$, $B=\begin{cases} b_3 & b_2 & b_1 & b_0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \end{cases}$

$P=15_{10}$ и $2P=30_{10}$

Для наглядности все вычисления выполняются в десятичной системе счисления, которые приведены в таблице 2.

Таблица 2. **Вычисления в конвейерном устройстве**

№ ступени	Вычисления
I	$A\&b_3=14\cdot1=14_{10}$ Поскольку $14<P=15_{10}$, то $R_0=14_{10}$
II	$C_1=2R_0+A\cdot b_3=28+14=42_{10}$ $R_1=42\text{mod}P=42-2P=42-30=12_{10}$
III	$C_2=2R_1+A\cdot b_1=24_{10}$ $R_2=C_2\text{mod}P=24\text{mod}15=9_{10}$
IV	$C_3=2R_2+A\cdot b_0=18+14=32_{10}$ $R_3=C_3\text{mod}P=32\text{mod}30=32-30=2_{10}$

Проверка: $(A\cdot B)\text{mod}P=(14\times13)\text{mod}15=182\text{mod}15=182-180=2_{10}$.

Для оценки эффективности конвейерных умножителей определим соотношения, по которому определяются временные параметры умножителей чисел без конвейера и с применением конвейера.

Время умножения полиномов без конвейера определяется по формуле – МКТк, где М – количество троек чисел, подлежащее к обработке, К – число ступеней конвейера, Тк – длительность тактового периода, который определяется по соотношению $Тк=T_{PRF}+T_{БРг}$, где T_{PRF} – время формирования частичных остатков, $T_{БРг}$ – время записи результата обработки в буферные регистры.

Время выполнения операций над М входными потоками чисел (тройки чисел) на К ступенях конвейера с тактовым периодом Тк можно определить соотношением:

$$T_{NK}=(K+(M-1))T_K$$

В этой формуле отражается, что до появления на выходе конвейера результата вычисления первой тройки полиномов должно пройти К тактов, а последующие результаты будут следовать в каждом такте.

Тогда ускорение вычислений S за счет конвейеризации можно описать формулой

$$S = \frac{MKTk}{\big(K + (M-1)\big)Tk} = \frac{MK}{K + (M-1)}$$

При M→∞ ускорение стремится к величине равной количеству ступеней К в конвейера.

Пример. Пусть M=30 и K=10. Тогда, $S = 300/(10 + 29) = 7.691{,}5$

Выигрыш во времени С можно вычислить по формуле С=(МК-(К+М-1)) Тк

Для нашего примера С= ((30x10)-(10+29))Tk=261Tk

ЛИТЕРАТУРА

[1] Рябко Б.Я., Фионов А.И. Основы современной криптографии для специалистов в информационных технологиях.–М.: Научный мир, 2014.–173 с.

[2] Ахметов Б.С., Корченко А.Г., Сиденко В.В., Дренс Ю.А., Сейлова Н.А. Прикладная криптология: методы шифрования. – Алматы: КазНИТУ им.К.И.Сатпаева, 2015.-496 с.:ил.

[3] Айтхожаева Е.Ж., Тынымбаев С.Т. Аспекты аппаратного приведения по модулю в асимметричной криптографии. Журнал Вестник НАН РК.-№5(2014). Алматы, 2014. –с.88-93.

[4] Орлов С.А., Цилькер Б.Я. Организация ЭВМ систем: Учебник для вузов, 3-изд.-.СПб.:Питер, 2015. -688 с.

[5] Карацуба А.А., Офман Ю.П. Умножения многоразрядных чисел на автоматах. ДАНССР. 1962. Т.145.с.293-314.

[6] Cook S.A., Aanderaa S.O. On the minimum computation time of functions. Trans. AMS, 142, p.291-314 (1969).

[7] Шенхаге А., Штрассен В. Быстрое умножение больших чисел. Кибернетический сборник. 1973. Вып 2. с.87-98.

[8] Ковтун М., Ковтун В. Обзор и классификация алгоритмов деления и приведения по модулю больших целых чисел для криптографических приложений [Электронный ресурс.] – http://docplayer.ru/30671408-Obzor-i-klassaifikaciya-algoritmov-privedeniys-po-modulyu-bolshih-chisel-dlya-kriptograficheskih-prilozheniy.html

[9] Комбинационный рекуррентный формирователь остатков: пат. 2029435 РФ: МПК H03M7/18/ Петренко В.И., Чипига А.Ф.; заявитель и патентообладатель Петренко В.И., Чипига А.Ф. – №5032302/24; заявл.16.03.1992; опубл.20.02.1995, – 3с.

[10] Устройство для формирования остатка по произвольному модулю от числа: пат. 236942 РФ: МПК H03M7/18, G06F 7/72 / Петренко В.И., Сидорчук А.В., Кузьминов Ю.В.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Ставролопольский военный институт связи РВ.– №20101066858/08; заявл.10.01.2009; опубл.27.09.2009, Бюл.№27– 9 с.

[11] S.Tynymbayev, Y.ZH.Aitkhozhayeva, S.Adilbekkyzy. High speed device for modular reduction. Bulletin of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Volume 6, number 376 (2018).

[12] Тынымбаев С.Т., Айтхожаева Е.Ж. формирователь остатка по произвольному модулю. Патент РК №30983 от 19.02.2016, опубликован бюллетень №3 от 16.03.2016, МПК G06F.

[13] Танымбаев С.Т., Бердибаев Р.Ш., Омар Т, Шайкулова А.А., Магауин Б. Быстродействующие устройства приведения числа по модулю. Материалы XIV Международной Азиатской школы – семинара «Проблемы оптимизации сложным систем». 20-31 июля 2018, часть 2, Алматы 2018.

[14] Berrett P. (1987) Implementing the Rivest Shamir and Adleman Public Key Encryption Algorithm on a Standard Digital Signal Processor. //Springer, Berlin, Heidelberg. DOI: 10.1007/3-540-47721-7_24.

[15] Montgomery P.L. Modular Multiplication without Trial Division // Math.Compulation. Vol. 44, No. 170. (Apr., 1985), pp.519-521. DOI: 10.20307/2007970.

[16] Pisek E, Henige TM (2013) Method and apparatus for efficient modulo multiplication. Patent US No.8417756 B2.

[17] S.Tynymbayev, R.Sh.Berdibayev, T.Omar, S.A.Gnatyuk, T.A. Namazbayev, S. Adilbekkyzy // Device for multiplying modulo numbers with analysis of the lower bits of the multiplier // Bulletin of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Volume 4, Number 380, 38-45 (2019).

[18] Тынымбаев С.Т., Айтхожаева Е.Ж., Бердибаев Р.Ш., Абильда Б.Г. Умножитель чисел по модулю с анализом двух старших разрядов множителя за шаг. Материалы Междунородной научно-практической конференции «Актуальной проблемы инфомационнй безопасности в Казахстане» 15.01.2020 г. Алматы 2020, стр. 236-241.

[19] Тынымбаев С.Т., Бердибаев Р.Ш., Айтхожаева Е.Ж., Омар Т.,Әділбекқызы С. Матричная схема

умножителя чисел по модулю, где умножение начинается с анализа младших разрядов множителя. Свидетельство №2689 от 8 апреля 2019 года о внесений сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом.

[20] Тынымбаев С.Т., Бердибаев Р.Ш. Омар Т., Шайкулова А.А., Магауин Б.А. Матричная схема умножителя чисел по модулю, где умножение начинается со старших разрядов множителя. Свидетельство №2690 от 8 апреля 2019 года о внесений сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом.

Тынымбаев С.Т., Шайқұлова А.Ә., Қалижанова Ә.У., Козбакова А.Х.

Көбейткіштің үлкен разрядтарын талдай отырып модуль бойынша сандарды конвейерлік көбейткіш

Түйіндеме. Модуль бойынша көпразрядты сандарды көбейтудің түрлі тәсілдері қарастырылады. Сандарды көбейту алгоритмі келтіріледі, онда модуль бойынша көбейту процесі қадамдарға жіктеледі де әр қадамда көбейту операциясы сандарды модуль бойынша келтіру операциясымен біріктіріліп, ішінара қалдықтар қалыптасады. Көбейткіштің кіші разрядтарын талдау арқылы сандарды модуль бойынша конвейерлік көбейтуге арналған сұлбалық шешімдер қарастырылған. Ұсынылып отырған модуль бойынша көбейткіште алдын ала есептеу талап етілмейді және есептеу нәтижелері модульдің разрядтық торынан асып кетпейді.

Түйіндік сөздер: ашық кілтті криптожүйе, аппараттық шифрлау, сандарды модуль бойынша көбейту, қалдықтарды қалыптастырушы, конвейерлік көбейткіш.

УДК 528.4

A. Urazaliyev, G. Kyrgizbayeva
(K Turysov Institute of Geology, Oil and Minig, Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satbayev, Almaty, Kazakhstan,
e-mail: aset_urazaliev@mail.ru)

TECHNIQUE OF DETERMINATION OF PARAMETERS OF TRANSITION TO THE LOCAL COORDINATE SYSTEM OF THE ALMATY CITY BY SATELLITE TECHNOLOGIES

Abstract. The article describes the methodology for calculating the parameters of the transformation from the global coordinate system WGS84 to the local coordinate system (LCS) of the Almaty city. The algorithm for calculating the parameters of the transformation to the local coordinate system was performed on a real model of the Almaty city network by using satellite technology and a special program for data processing. The obtained transition parameters will make it possible to recalculate the coordinates from WGS84 to the local coordinate system, or vice versa according to the requirements of regulatory and technical acts, to eliminate contradictions between the accuracy of the measurements and the accuracy of the geodetic network existing in the city.

Keywords. Local coordinate system, satellite technology, the parameters of the transformation

А.С. Уразалиев, Г.М. Кыргизбаева
(Институт геологии, нефти и горного дела им.Турысова, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Казахстан, г. Алматы, e-mail: aset_urazaliev@mail.ru)

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕХОДА В МЕСТНУЮ СИСТЕМУ КООРДИНАТ ГОРОДА АЛМАТЫ СПУТНИКОВЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ

Аннотация. В статье описана методика расчета параметров перехода от мировой системы координат WGS84 к местной системе координат (МСК) города Алматы. Алгоритм расчета параметров перехода в местную систему координат выполнен на реальной модели сети города Алматы, с применением спутниковых технологии и специальной программы для обработки данных. Полученные параметры перехода позволит выполнять пересчет координат из WGS84 в местную систему координат или наоборот согласно требованиям нормативно-технических актов. позволит исключить противоречия между точностью выполняемых измерений и точностью существующей в городе геодезической основы.

Ключевые слова: Местная система координат, параметры перехода, спутниковые технологии

Введение: Увеличение территории города Алматы проводится в целях его развития, обеспечения безопасности и правопорядка, улучшения функционирования промышленной инфраструктуры, расширения въездных магистралей, строительства социальных объектов,

автовокзалов с паркингом. В соответствии с Указом Президента Республики Казахстан от 16 апреля 2014 года № 798 из Алматинской области в границы города Алматы включены земельные участки общей площадью более 23 200 га с расположенными на них 27 поселениями и численностью населения порядка 92 тысяч человек [8]. Объект исследования рассположен в Алматинской области, с южной стороны г.Алматы которая показана на рисунке 1.

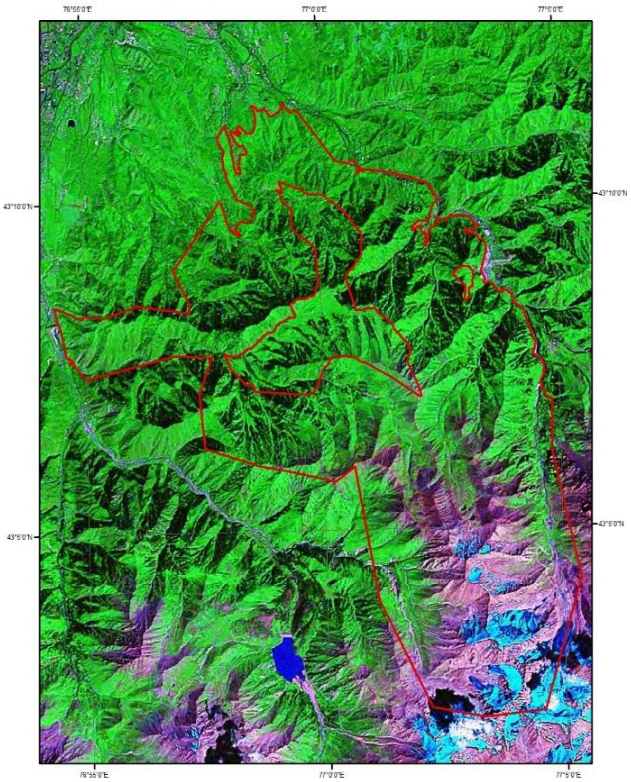


Рис.1. Ситуационная схема района проведения работ

Геодезической основой при производстве работ стали пункты государственной геодезической сети, в том числе пункты спутниковых геодезических определений координат, определенных в процессе производства работ в качестве опорной геодезической сети. Точность определения планово-высотного положения, плотность и условия закрепления пунктов геодезической основы отвечала требованиям к развитию планово высотной съемочной сети 4 класса [3,4]. Определение координат исходных пунктов произведено с использованием статического режима. Сеанс наблюдений определялся расчетом, при условии, что имеется возможность получения информации об измерениях на ближайших (не менее 3-х) пунктах ГГС, к тому же интервалу времени.

Спутниковые наблюдения на пунктах каркасной сети выполнены для высокоточного определения взаимного положения исходных пунктов городской геодезической сети и для надежной связи городской и государственной систем координат. Спутниковые наблюдения на пунктах каркасной сети выполнены различными методами – сетевым, лучевым и комбинированным с использованием статического режима и, как правило, одновременно на всех пунктах каркасной сети [1].

В соответствии с ПИИ наблюдения на исходных пунктах состояли из равных по времени сеансов наблюдений продолжительностью не менее 1 часов каждый. В наблюдениях использовались приемники одного производителя.

Окончательная обработка состояла из следующих основных процессов:

- редуцирование результатов наблюдений в местную систему координат;
- анализ и минимизация расхождений на совмещенных пунктах;
- совместное уравнивание городских геодезических сетей;
- составление каталога в цифровой и традиционной форме;
- сдача материалов.

При определении планово-высотного положения пунктов полигонометрии использованы следующие методики GPS измерений – статика, быстрая статика и RTK. Для создания планово-высотной съемочной сети были применены комбинированные методы измерений.

Статика – метод, при котором наблюдения подвижной станцией на точке выполняют одним приёмом продолжительностью не менее 1 часа. При режиме измерений «Статика» максимальное расстояние между приемниками, как правило, не превышает 20 км. При небольшой ионосферной активности и ночных измерениях возможно увеличение определения приращений координат на расстояниях, превышающих 20 км. Режим «Статика» является наиболее точным и позволяет определять приращения координат пунктов в плане со средней квадратической ошибкой 5 мм + 1 мм/км, а превышений - 10 мм + 2 мм/км, в зависимости от расстояния между определяемыми пунктами и времени наблюдения [2,9].

В ходе измерения углов и длин сторон, превышений и т.д. данные величины несут в себе неизбежные случайные погрешности, накопление которых приводит к возникновению так называемых невязок. Невязками называют разности между измеренными либо вычисленными результатами и их теоретическими значениями. Процесс распределения невязок и вычисления исправленных значений величин называется увязкой или уравниванием результатов измерений.

Уравнивание бывает строгое – позволяет получать наилучшие (с минимальными средними квадратическими погрешностями) результаты, эффективно совмещают в одной программе процессы уравнивания, оценки точности и реализации заключительных контролей качества уравненных результатов, более удобны для программирования с использованием ЭВМ.

Для объекта исследования в зависимости от конкретных данных измерений применено уравнивание через программный модуль Leica Geo Office Combined (для GPS данных) [10].

Уравнивание методом наименьших квадратов обеспечило надлежащее замыкание положений и оценку воспроизводимости измерений. В связи с отсутствием данных базовых станций сети ITRF на период выполнения работ, использовалась базовая станция Leica г.Алматы (ALA1). Для получения координат базовой станции «Base-Medeo» увязанной в сети ITRF были выполнены следующие работы:

- Получение данных измерении в станциях «Селезащита» и «ALA1»
- Получение точных координат в системе ITRF станции «Селезащита» через веб-сайт.
- Уравнивание и оценка точности базовой станции ALA1 относительно станции «Селезащита»
- Уравнивание базовой станции установленной в районе проведения работ(Base-Medeo) относительно станции ALA1, с использованием полученных ранее координат в сети ITRF. Результаты уравниваний отображены в таблице 1.

Таблица 1. **Окончательные координаты станции**

	Исходные:ALA1	Ровер:Base-Medeo
Координаты: Широта: Долгота: Геод. H:	 43° 17' 15.27142" C 76° 56' 33.49966" B 701.0692 m	 43° 09' 48.34468" C 77° 02' 50.70868" B 1563.4595 m
Тип решения: Тип GNSS: Частота: Неоднозначность:	Фаза: все фикс. GPS / GLONASS своб. мод. ионо. (L3) Да	
Кач-во: СКО Шир.: 0.0001 m	СКО Долг.: 0.0001 m	СКО H: 0.0003 m
Ош. план: 0.0002 m	СКО D: 0.0001 m	

Для определения координат 12 опорных и 3 контрольных точек в местной системе координат и в системе координат WGS-84, а также определения ключа перехода из системы координат WGS-84 в местную систему координат были произведены измерения на пункте ГГС триангуляции III класса - Комиссаровка, на пункте триангуляции IV класса –Кордон, на пункте триангуляции I класса – Горный гигант, на пункте триангуляции I класса – Ойджайляу [5,6,7].

Схема полученной сети показана ниже на рисунке 2.

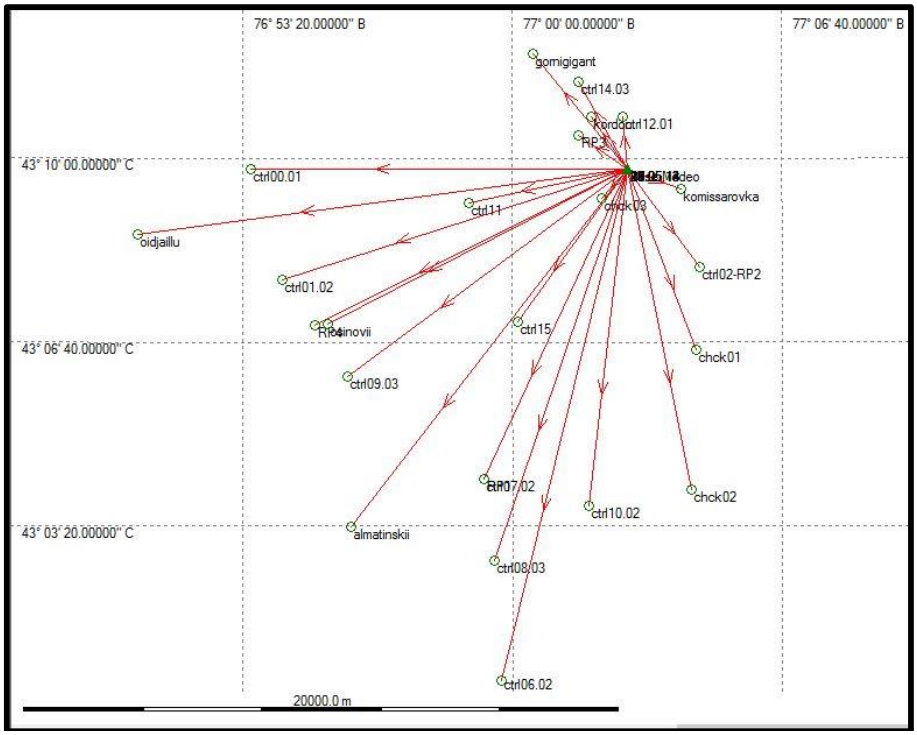


Рис.2. Схема построенной сети

Измерения проводились в режиме статике с интервалом записи 5 секунд, и углом отсечки 10°. В качестве опорного пункта использовалась: базовая станция Base-Medeo. Измерения на пункте Base-Medeo производились в течение 24 часов. Измерения на каждом определяемом пункте проводились не менее 2 часов

По результатам измерений было определено что взаимного положения ГГС и наблюдаемых пунктов ПВО в плане и особенно по высоте в пределах допуска возможно только на небольших локальных площадях. Поэтому, эти работы можно выполнять только в режиме постобработки, при соблюдении соответствующих режимных требований. Вычисления производились в программном комплексе Leica Geo Office Combined. Полученные результаты вычислительных работ показана в таблице 2.

Таблица 2. **Сводная ведомость приращений координат и высот опорных пунктов**

Cartesian:					
System A	**System B**	**Point type**	**dX [m]**	**dY [m]**	**dZ [m]**
gornigigant	gornigigant	Position+height	0.0264 m	-0.0315 m	0.0068 m
komissarovka	komissarovka	Position+height	-0.0262 m	-0.0129 m	0.0193 m
kordon	kordon	Position+height	0.0033 m	0.0449 m	-0.0386 m
oidjaillu	oidjaillu	Position+height	-0.0035 m	-0.0005 m	0.0125 m
Grid:					
System A	**System B**	**Point type**	**dE [m]**	**dN [m]**	**dHgt [m]**
gornigigant	gornigigant	Position+height	-0.0328 m	0.0068 m	-0.0247 m
komissarovka	komissarovka	Position+height	0.0226 m	0.0192 m	-0.0185 m
kordon	kordon	Position+height	0.0069 m	-0.0385 m	0.0445 m
oidjaillu	oidjaillu	Position+height	0.0033 m	0.0125 m	-0.0013 m

Не смотря на полученные удовлетворительные результаты пересчета на объект исследования, местная система координат в той или иной степени содержит основные недостатки как :

- низкая и неоднородная точность опорных геодезических сетей;
- невозможность эффективно применять современные спутниковые технологии в существующей местной системе координат.

Заключение

Местная система координат состоит из плоских прямоугольных геодезических координат, поэтому при расширении территории для использования местной системы координат, например, на присоединенных территориях, на территориях городов-спутников, аэропортов, возрастает разница между значениями параметров, измеренными на местности и на крупномасштабном плане.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Генике А.А., Побенинский Г.Г. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии // М.: Казгеоцентр, 2004.- с. 280. – 355 с.

[2] Поклад Г.Г., Гриднев С.П. Геодезия: учебное пособие для вузов // М.: Академический проект, 2007.- с.403-412. - 592 с.

[3] Основные положения по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS // ГКИНП(ОНТА)-01-271-03, ЦНИИГАиК, 2003 г.

[4] Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS // ГКИНП (ОНТА)-02-262-02, ЦНИИГАиК, 2002 г.

[5] Земцова А.В., Тарасова Е., Журсинаоиев Р. Реконструкция Алмаатинской городской сети на основе геодинамической сети // Материалы Международной конференции «Инновационные технологии сбора и обработки геопространственных данных для управления природными ресурсами». Усть-Каменогорск. - 2010. - С. 83-88

[6] Земцова А.В., Беккарнаева Г. С. Предложения по повышению точности геодезической основы города Алматы // Инновационные технологии и проекты в горно-металлургическом комплексе, их научное и кадровое сопровождение: Сборник трудов Международной научно-практической конференции. Алматы, 2014. – С. 422 – 425

[7] Уразалиев А.С., Кыргизбаева Г.М. Разработка методики определения плановых координат в местной системе координат города Алматы // Сборник трудов международной научно-практической конференции «Инновационные технологии – ключ к успешному решению фундаментальных и прикладных задач в рудном и нефтегазовом секторах экономики РК». Алматы, 2019. – С. 1001 – 1005

[8] Официальный интернет-ресурс Указ Президента Республики Казахстан 798 17.04.2014г. Об изменении границ города Алматы https://kodeksy-kz.com/norm_akt/source-Президент/type-Указ/798-17.04.2014.htm

[9] Н.Б. Хахулина. Спутниковая геодезия // Метод. указания для выполнения практических работ. воронежский гасу. – воронеж, 2014. – 34с.

[10] Руководство пользователя программного обеспечения Leica Geo Office v.5.0

Уразалиев А.С., Кыргизбаева Г.М.

Спутниктік технологиялар арқылы Алматы қаласының жергілікті координата жүйесіне өту параметрлерін анықтау әдістемесі

Түйіндеме. Бұл мақалада WGS84 координата жүйесінен Алматы қаласының жергілікті координата жүйесіне өту параметрлерін есептеу әдісі сипатталған. Жергілікті жүйеге өту параметрлерін есептеу алгоритмі заманауи спутниктік технологиялар мен арнайы ақпараттарды өңдеу бағдарламалары арқылы шынайы Алматы қаласының геодезиялық жүйесінің моделінде жасалды. Алынған бір координата жүйесінен екінші координата жүйесіне өту параметрлері WGS84 жүйесінен жергілікті жүйеге өтуді қажетті дәлдікте есептеу мүмкіндігін береді. Өз кезегінде, заманауи талаптарға жауап беретін, жоғары дәлдікті қалалық геодезиялық желі жасалынып жатқан өлшеу жұмыстары мен геодезиялық негіз арасындағы қарама-қайшылықтарды жоюға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер. Жергілікті координата жүйесі, бір координата жүйесінен екінші координата жүйесіне өту параметрлері, спутниктік технологиялар.

УДК691.54

[1] A.B. Agabekova, [1,2] K.K. Syrmanova, [3] G.R. Narmetova,
[1]Zh. B Kaldybekova, [1]Y.T. Botashev
(1Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan
2Miras University, Shimkent, Kazakhstan,
3Institute of general and inorganic chemistry of the Republic of Usbekistan Academy of Science),
syrmanova.kulash @mail.ru)

WAYS TO IMPROVE THE QUALITY OF BITUMINOUS PAINT MATERIALS

Abstract. To expand the range and versatility of applications of bituminous paint materials in coatings and structures, a bituminous varnish with a mineral filler –kulantau vermiculitl has been developed.

The study of the physical and mechanical properties of bituminous varnish has shown .additional improvement of operational properties, in particular, stabilization of adhesion with increasing temperature range, increase of adhesion of the composition to the metal surface over time, preservation of high plasticity and protective properties during long-term operation, the possibility of using anti-corrosion material as a repair material without a high degree of preparation of the metal surface before application.

Keywords: bitumen, paint material, bituminous varnish, mineral filler, vermiculite, adhesion, water resistance

[1]А.Б. Агабекова, [1,2]К.К. Сырманова, [3] Г.Р. Нарметова,
[1]Ж.Б. Калдыбекова, [1]Е.Т. Боташев,
([1]Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,
[2]Университет Мирас, Шымкент, Казахстан,
[3]Институт общей и неорганической химии АН РУзбекистан , г.Ташкент, РУзб.
syrmanova.kulash @mail.ru)

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА БИТУМНЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ.

Аннотация. Для расширения диапазона и универсальности применений битумных лакокрасочных материалов в покрытиях и конструкциях разработан битумный лак с минеральным наполнителем – кулантауским вермикулитлом.

Исследование физико-механических свойств битумного лака показало .дополнительное улучшение эксплуатационных свойств, в частности стабилизация адгезии при увеличении диапазона температур, увеличение адгезии состава к поверхности металла с течением времени, сохранение высокой пластичности и защитных свойств при длительной эксплуатации, возможность использования антикоррозионного материала в качестве ремонтного без высокой степени подготовки поверхности металла перед нанесением.

Ключевые слова: битум, лакокрасочный материал, битумный лак, минеральный наполнитель, вермикулит, адгезия, водостойкость

Стратегическое направление развития современной нефтеперерабатывающей промышленности заключается в дальнейшем углублении переработки нефти. В свете этого разработка интенсивной технологии переработки тяжелых нефтяных остатков с учетом новых научных достижений о физико-химической механике нефтяных дисперсных систем, с целью получения спецбитумов с заданными свойствами и лакокрасочных материалов (ЛКМ) на их основе является актуальной народнохозяйственной задачей.

К основным достоинствам битумов как пленкообразующей основы ЛКМ относят их высокие изолирующие свойства по отношению к водным средам, а также дешевизна и практически неисчерпаемая отечественная сырьевая база[1-2].

Значительные объемы металлозатрат и жесткие условия эксплуатации нефтегазопромыслового оборудования делают проблему увеличения долговечности работы оборудования одной из центральных проблем, определяющих темпы роста и технико-экономическую эффективность добычи и транспортировки нефти и газа. Полимерные покрытия с каждым годом все более широко применяются в нефтяной и газовой промышленности . Это объясняется наличием у них ряда ценных свойств, позволяющих покрытиям выполнять многочисленные функции.

Привлечение для производства лакокрасочных материалов новых полимеров, а также модификация обычно применяемых пленкообразующих способствуют созданию лакокрасочных

материалов улучшенного качества, а также со специфическими свойствами термо- и химически стойких, электроизоляционных, необрастающих, токопроводящих, водо- и абразивостойких, светоотражающих и др.

При решении вопросов, связанных с практическим использованием лакокрасочных покрытий в нефтяной и газовой промышленности, необходимо знать не только их свойства и область применения, но и технологию нанесения на различные виды оборудования. Это облегчает выбор полимерных покрытий, способствует наиболее эффективному их применению.

Битумные лакокрасочные материалы обладают очень хорошей водостойкостью, но недостаточно противостоят атмосферным воздействиям и особенно солнечной радиации. Для повышения атмосферостойкости в их состав вводят масла и смолы, которые, однако, снижают их водостойкость.

Факторами, сдерживающими широкое использование битумных лакокрасочных материалов являются низкие показатели твердости, адгезии и прочности, в значительной степени, зависящие как от технологических условий процесса получения битумов- температуры, расхода воздуха и продолжительности процесса, так и от группового химического состава исходного сырья.

Следует отметить, что у битумных красок хорошая перспектива, так как их свойства могут быть заметно улучшены модификацией лакокрасочного материала. Все это позволяет снизить потребность в масле и сделать эти краски более битумными, следовательно, более доступными и дешевыми. Следовательно, появляются дополнительные возможности повысить качество *битумных лакокрасочных материалов*.

Подавляющее большинство пленкообразователей требует использования растворителей для получения раствора пленкообразователя, пригодного для нанесения на защищаемую поверхность и способную образовывать пленку с требуемыми физико-механическими свойствами после испарения растворителя.

Основные характеристики растворителей: растворяющая способность, способность к разбавлению, вязкость раствора, скорость испарения, коррозионная активность, токсичность, пожаро- и взрывоопасность.

По растворимости углеводородных компонентов масляных фракции в полярных растворителях самую высокую растворимость имеют ароматические углеводороды, наименьшую - парафиновые, а нафтеновые занимают промежуточное положение [3-4]. Поэтому при изготовлении ЛКМ на основе битумного лака в основном в качестве органических растворителей применяются ароматические углеводороды: толуол, ксилол нефтяной, ортоксилол нефтяной и др. Как правило, в чистом виде эти материалы не используют в качестве растворителей. Для этой цели используют специальные смеси, состав и свойства которых должны быть подобраны по определенной рецептуре.

Применение смеси растворителей дает возможность получить ЛКМ с оптимальными технологическими свойствами и стоимостью, так как время высыхания покрытия регулируется качеством легко- и медленнолетучих растворителей и разбавителей. Преобладание в смеси легколетучих растворителей может привести к охлаждению пленки покрытия и конденсации на ней влаги из окружающего воздуха, что обычно вызывает коагуляцию пленкообразователя или приводит к появлению других дефектов (поры, пузыри и т.д.). С другой стороны, применение в смеси только медленно летучих растворителей значительно удлиняет процесс сушки [5].

Разрабатываемый битумный лак относится к промышленному строительству и может быть использована для защиты от коррозии наружных поверхностей магистральных и нефте-, газопроводов и трубопроводов различного назначения и резервуаров.

Анализ литературных данных показал, что известна композиция на основе битума[6], предназначенная для проведения антикоррозионных работ, содержащая, мас.%: нефтяной битум-48-68, нефтяной шлам-15-30, сиккатив - 4-5, растворитель- остальное. Недостатками известной композиции являются многокомпонентность, сложная технология изготовления, высокая стоимость.

Из патента [7] известен защитный состав, включающий битум 42-50,бутадиен-стирольный термоэластопласт или бутилкаучук 1,0-1,5 и растворитель. Недостатками данной композиции являются, что состав малопригоден для защиты металлических и бетонных покрытий от атмосферных факторов.

Наиболее близким по составу является битумный лак марки БТ-142, представляющий собой раствор нефтяного битума и минерального масла в органических растворителях с добавлением сиккатива[8].

Поэтому целью работы являлось разработка битумного лака с минеральным наполнителем для расширения диапазона и универсальности их применений в покрытиях и конструкциях.

Для решения данной задачи в качестве битума при изготовлении заявляемого лака использовали битум нефтяной БНД 70/100,в качестве минерального наполнителя - кулантауский вермикулит отечественного производства [9].

При изготовлении битумного лака с минеральным наполнителем гидрофильный минеральный порошкообразный компонент - кулантауский вермикулит вводят в растворитель до образования однородной тестообразной массы,тщательно перемешивают диспергируют битум до образования глобул, размер которых сопоставим с размерами частиц минерального компонента, и соединяют тестообразную массу с битумом, обеспечивают равномерное распределение глобул битума по всей массе. Размер глобул после диспергирования обеспечивают в диапазоне 3-120 мкм.

Основным результатом явилось дополнительное улучшение эксплуатационных свойств, в частности стабилизация адгезии при увеличении диапазона температур, увеличение адгезии состава к поверхности металла с течением времени, сохранение высокой пластичности и защитных свойств при длительной эксплуатации, возможность использования антикоррозионного материала в качестве ремонтного без высокой степени подготовки поверхности металла перед нанесением. Поставленная задача достигается за счет того, что битумный лак, включающий битум, минеральный компонент, растворитель, согласно изобретению в качестве битума содержит битум нефтяной с температурой по меду КиШ не менее 90°С, минеральный наполнитель - отечественный кулантауский вермикулит, растворитель – уайт-спирит, при следующем соотношении компонентов, мас.%:

нефтяной битум БНД 70/100 – 35 % масс.

вермикулит – 5,5% масс.

сиккатив НФ-1 – 4,5 % масс.

уайт-спирит – 55 % масс.

Примеры битумных лаков приведены в таблице 1.

Таблица 1- **Примеры битумных лаков с минеральным наполнителем**

Компоненты	Состав, % масс.					Прототип
	1	2	3	4	5	
нефтяной битум БНД 70/100	35	40	45	50	55	
нефтяной битум БНД 70/30	-	-	-	-	-	48-68
нефтешлам	-	-	-	-	-	30-15
кулантауский вермикулит	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	-
Сиккатив НФ-1	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Растворитель(уайт-спирит)	55	50	45	40	35	17,5-12,5

При содержании в битумном лаке менее 40% масс. понижается адгезия получаемых покрытий, а при содержании 45масс. % возрастает хрупкость получаемых покрытий, особенно при пониженных температурах и соответственно понижается водостойкость. Факторами, сдерживающими широкое использование битумных лакокрасочных материалов являются низкие показатели твердости, адгезии и прочности, в значительной степени, зависящие как от технологических условий процесса получения битумов- температуры, расхода воздуха и продолжительности процесса, так и от группового химического состава исходного сырья.

Физико-механические свойства приготовленного битумного лака приведены в таблице 2. Технический результат заявляемого битумного лака заключается в стабильной адгезии в широком диапазоне температур, сохранении высокой пластичности и защитных свойств при длительной эксплуатации, простоте его осуществления, который не требует специального высококвалифицированного персонала.

Таблица 2 - **Сравнительные физико-механические свойства битумных лаков**

	Показатели	Предлагаемый состав, % масс.					Прототип
		1	2	3	4	5	
1	Условная вязкость по ВЗ-4 при 20^0С,сек	32	34	33	35	34	39
2	Время высыхания пленки до степени 3 при 20±0,5^{0}С, ч. при 100-110^{0}С, ч.	 12 2,0	 12 2,2	 12 2,3	 11 2,4	 11 2,2	 13 2,0
3	Содержание нелетучих веществ в лаке, %	39,77	40,01	39,56	39,48	40,05	54,2
4	Эластичность пленки при изгибе, мм	3,2	3,2	3,3	3,2	3,2	3,0
5	Твердость пленки по прибору М-3,усл.ед. Через 3 дня -через 7 дней -после водонасыщения	 0,06 0,36 0,21	 0,05 0,35 0,20	 0,06 0,39 0,22	 0,05 0,34 0,20	 0,04 0,32 0,23	 0,04 0,31 018
6	Прочность пленки при ударе,Н-с	420	440	460	440	465	460
7	Адгезия, баллы	0,6	1	1	1	1	1
8	Блеск,mA	0,175	0,180	0,165	0,170	0,175	0,159

При аналогичных затратах на сравниваемые битумные лаки с данным заявляемым можно получить универсальный материал для разных применений - для покрытий, в том числе антикоррозионных для промышленного строительства. При сравнении с известными аналогичными битумными лаками разработанный битумный лак отличается повышенными параметрами по экологичности и энергосбережению при снижении затрат на транспортные перевозки.

Таким образом, предлагаемый состав антикоррозионного битумного лака долговечен, повышает эксплуатационные свойства за счет улучшения защитных свойств, увеличения адгезии к металлу, может быть использован для защиты от коррозии наружных поверхностей магистральных и нефте-, газопроводов и трубопроводов различного назначения и резервуаров. Битумный лак с минеральным наполнителем обеспечивает стабильную адгезию в широком диапазоне температур, сохранение высокой пластичности.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Сюняев З.И., Сюняев Р.З., Сафиева Р.З. Нефтяные дисперсные системы. М., Химия, 2014, – 226 с.

[2] Сырманова К..К., Ривкина Т.В.Товарные нефтепродукты: Учебник, Шымкент: Издательство» Әлем»,2016-191с.

[3] Яковлев А.Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий. — Л.: Химия, 2013.-382 с.

[4] Санжаровский А.Т. Физико-химические свойства полимерных и лакокрасочных покрытий. М.: Химия, 2016. — С. 183.

[5] 5. Кемалов, Р.А. Улучшение свойств лакового специального битума на стадии его получения (статья) / Кемалов Р.А., Кемалов А.Ф., Ганиева Т.Ф., Фахрутдинов Р.З. Химия технологии топлив и масел.- 2003 -№5, с.15-17.

[6] Битумный лак BY 16826 C1 2013/02/28/.

[7] RU 2083624,МПК С 09 195/00, D06N 5/00,2017.

[8] Лакокрасочные материалы. Технические требования и контроль качества: Справочное пособие/ Сост. М.И. Карякина, Н.К.Майорова, Н.В.Луговкина.- М.:Химия,2013.-С.10-11.

[9] Калдыбекова Ж.Б., Сырманова К.К., Ковалева А.Е., Байбазарова Э. А., Боташев Е.Т Вермикулиты Южного Казахстана: получение, свойства, применение/«Вопросы современной науки» : коллект. научн. монография; [под ред. Н.Р.Красовской]. Москва.:Изд. Интернаука, 2018, Т.29 ,168 с.

Агабекова А.Б., Сырманова К.К., Нарметова Г.Р., Калдыбекова Ж.Б., Боташев Е.Т.,

Битум лак-бояу материалдарының сапасын арттыру жолдары

Түйіндеме: Битум лак-бояу материалдарын қолдану ауқымын кеңейту және пайдалану қасиеттерін кеңейту үшін жабындар мен конструкцияларда қолданатын минералды толтырғыштары–Кулантау вермикулиті бар битумды лак әзірленді.

Битумды лактың физика-механикалық қасиеттерін зерттеуде пайдалану қасиеттері қосымша жақсарып, атап айтқанда температура ауқымын ұлғайту кезінде адгезияның тұрақтандыруы, уақыт өте келе металл бетіне

құрамның адгезиясын ұлғайтуы, ұзақ пайдалану кезінде жоғары икемділік пен қорғаныс қасиеттерін сақтауы, жағу алдында металл бетін жоғары дәрежеде дайындау дәрежесінсіз жөндеу ретінде коррозияға қарсы материалды пайдалану мүмкіндіктері көрсетілді.

Түйінді сөздер: битум, бояу материалы, битум лак, минералды толтырғыш, вермикулит, адгезия, суға төзімділік.

ӘОЖ 621.181.27

M.B. Beisenbayev, B.T. Bakhtiyar, M.B. Kumargazina, Zh.A. Yepenova, M. Otynchieva
(Almaty University of Energy and Communications, Almaty, Republic of Kazakhstan
E-mail: beisenbaev.m.b@mail.ru)

COMPARISON OF ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF VERTICAL AND HORIZONTAL HEAT RECOVERY BOILERS

Abstract. This article presents the advantages and disadvantages of the boiler. The economic efficiency of the vertical design of the boiler-utilizer is shown. The possibility of improving the energy efficiency of the boiler, with the utilization of heat losses. It is analyzed how the boiler-utilizer affects the efficiency when working on a gas turbine installation.

Key words: heat recovery boiler, gas turbine plant, steam turbine plant, internal combustion engines, waste gases.

М.Б. Бейсенбаев , Б.Т. Бахтияр , М.Б. Кумаргазина , Ж.А. Епенова , М. Отынчиева
(Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы)

ТІК ЖӘНЕ КӨЛДЕНЕҢ ҚҰРЫЛЫМДЫ ҚАЗАН-УТИЛИЗАТОРЛАРДЫҢ АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ МЕН КЕМШІЛІКТЕРІН САЛЫСТЫРУ

Аңдатпа. Берілген мақалада қазан-утилизатордың артықшылықтары мен кемшіліктері көрсетілген. Қазан-утилизатордың тік құрылымын қолданудың экономикалық тиімділігі көрсетілген. Жылу шығындарын утилизациялау кезінде қазандықтың энергия тиімділігін арттыру мүмкіндіктері зерттелді. Қазан-утилизатордың газ-турбианалық қондырғымен жұмыс істеу кезіндегі пайдалы әсер коэффициентіне қалай әсер ететіні жайында талдау жасалды.

Түйінді сөздер: қазан-утилизатор, газ турбинасы, бу-турбиналық, іштен жану қозғалтқыштары, пайдаланылған газдар.

Ресурсты үнемдеудің негізгі перспективалық бағыты лақтырылатын энергия ағындарын және бірінші кезекте ГТҚ кейін кететін газдардың жылуын утилизациялау болып табылады.

Газ және бу-турбиналық энергия қондырғыларын дамытудың қазіргі кезеңінде энергия үнемдеуші технологияларды енгізуге, электр энергиясы мен жылуға қазбалардың энергетикалық ресурстарының химиялық энергиясын түрлендіру тиімділігін арттыруға ерекше көңіл бөлінеді. Бу-газ энергоқондырғысының тиімділігін арттыру үшін бу және газ бөлігінің ПӘК-ін арттыру қажет. Бу турбиналы электр станцияларында үнемділікті арттыру мақсатында бу параметрлерін өте сыни мәндерге дейін арттырады. Будың параметрлері: қысым 37,5 МПа, температура 1200°С, қоректік суды регенеративті жылыту және көп мөлшерде промотбордар 51% құрайды. [2] осылайша, қазіргі уақытта бу турбиналы блоктардың жылу үнемділігі өз шегіне жақындап келеді.

ГТҚ тиімділігін арттырудағы негізгі жетістіктер жаңа ыстыққа төзімді қорытпаларды қолдану, турбиналарды салқындату жүйелерін жетілдіру есебінен іске асырылатын турбина алдындағы газ температурасының ұдайы ұлғаюымен, сондай-ақ компрессордағы қысымның жоғарылау дәрежесінің оған ілеспелі ұлғаюымен байланысты. Бірақ қазіргі және өңделетін ГТҚ-ның ең заманауи түрі де құрамдастырылған ҚУҚ-мен бәсекелесуі мүмкін емес [3].

Қазан — утилизатор — әртүрлі технологиялық қондырғылардың-дизельді немесе газтурбиналы қондырғылардың, күйдіру және кептіру барабанды пештерінің, айналмалы және туннельді технологиялық пештердің, мартен пештерінің, крекинг қондырғыларының кететін газдарының жылуын пайдаланатын (утилизациялық) қазандық.

Қазандық-утилизаторлардың отын жағатын қазандық агрегаттарын, атап айтқанда, жанарғыларға және отынды дайындау және беру жүйелеріне тән барлық элементтері жоқ.

Ауақыздырғыш және от жағу қазандықтары қалдықтарын жоятыны жоқ, өйткені қолданылатын газдар қазандықтағы түзілетін технологиялық процесте негізгі өндіріс.

Негізгі технологиялық қондырғының шығатын қайталама газдары бірден конвективті қыздыру беттеріне (бу қыздырғыш, буландырғыш, экономайзер) беріледі, әдетте газ ағынымен үрленетін құбырлар қатарының торларынан тұрады. Қазан-утилизаторға түсетін газдардың температурасы шамамен 350-1000 °С құрайды.

Қазан-утилизатордың көрсетулерінен алынған бу, төмен параметрлерге ие: температурасы 400 °С және қысымы 50 атмосфераға дейін, әдетте олар технологиялық мақсаттар үшін қолданылады, приводтық энергетикалық турбина үшін емес.

Барлық қазандар орташа және үлкен қуатты барабан типті утилизаторлар, яғни қаныққан буды судан айыру барабанда жүреді. Судың булану беті арқылы циркуляциясы әдетте мәжбүрлі және циркуляциялық сорғылармен жүргізіледі.

Әр түрлі пештерде газдармен жұмыс істейтін, кептіру, күйдіру немесе Мартен пештерінен кейін газды пайдаланатын утилизатор қазандықтардың пайдалану ерекшеліктері болады. Мұндай қондырғылар шығатын газдары көп шаңнан тұрады және жиі агрессивті химиялық заттардан тұрады, бұл кейде газдарды қазан-утилизаторға дейін тазарту қажеттілігін тудырады. Тазалау үшін, ең жиі циклондар мен электр сүзгілерді пайдаланады. Бірақ алдын ала тазалау әдетте газдарды шаңнан толық тазарту үшін тииміз.

Шаң қыздыру беттерінде шөгеді, судың ықтимал ағуы шаңды ылғалдайды, қалыңдығы бойынша біртіндеп өсе түсетін берік қабат түзеді, бұл жылу беруді азайтады және қыздыру беттерінің металының біркелкі қызуын туғызады және термиялық кеңеюдің әркелкі емес салдарынанкелеңсіздіктер орын алады. Газдарда кальций, натрий, күкірт және т.б. қосылыстарының болуы жылытқыштарда жылу берудің төмендеуін, қыздыру беттерінің химиялық коррозиясын туындататын және газдардың өтуі үшін қиманы төмендететін цементтелген шөгінділердің пайда болуына әкеп соғады. Шөгінділер қабатының өсуімен күресу үшін оларды мезгілді алып тастаудың түрлі тәсілдері қолданылады: дірілді тазалау, жуу, болат бөлшек ағынымен немесе арнайы құрылғылар шығаратын соққы немесе қуатты акустикалық толқындардың әсерімен ұсақтау.

Егер Технологиялық қондырғының шығатын газында өзінің құрамында жанбаған компоненттер, мысалы, көміртек оксиді болса, шығатын газдарды күйдіретін қазан-утилизаторлар қолданылады (мысалы, патенттер[1]).

Іштен жану қозғалтқышының (ІЖҚ) жұмысы кезінде жылу энергиясы мынадай түрде кәдеге жаратылады:

- Қозғалтқыштың суыту контурының жылу утилизаторы (ҚЖУ) қозғалтқыштың

суыту жейделерінен жылуды (салқындату радиаторында шашыраудың орнына) тұтынушының контурында жылу тасымалдағышқа береді.

- Түтін газдарының жылуын (ТГЖ) кәдеге Жаратушы қозғалтқыштың пайдаланылған газдарынан жылуды тұтынушының контурына жылу тасымалдағышқа береді. Түтін газдарының температурасы қозғалтқаштан шығу кезінде, әдетте 450-550°С ал шығар кездегі температура 120-180°С. Бұл судың температурасын тұтынушыға дейін 80-150°С қыздырып ұстап тұрады. УТГ - "су/түтін газы" немесе "антифриз/түтін газы"схемасы бойынша жұмыс істейтін қаптамалы жылу алмастырғыш.

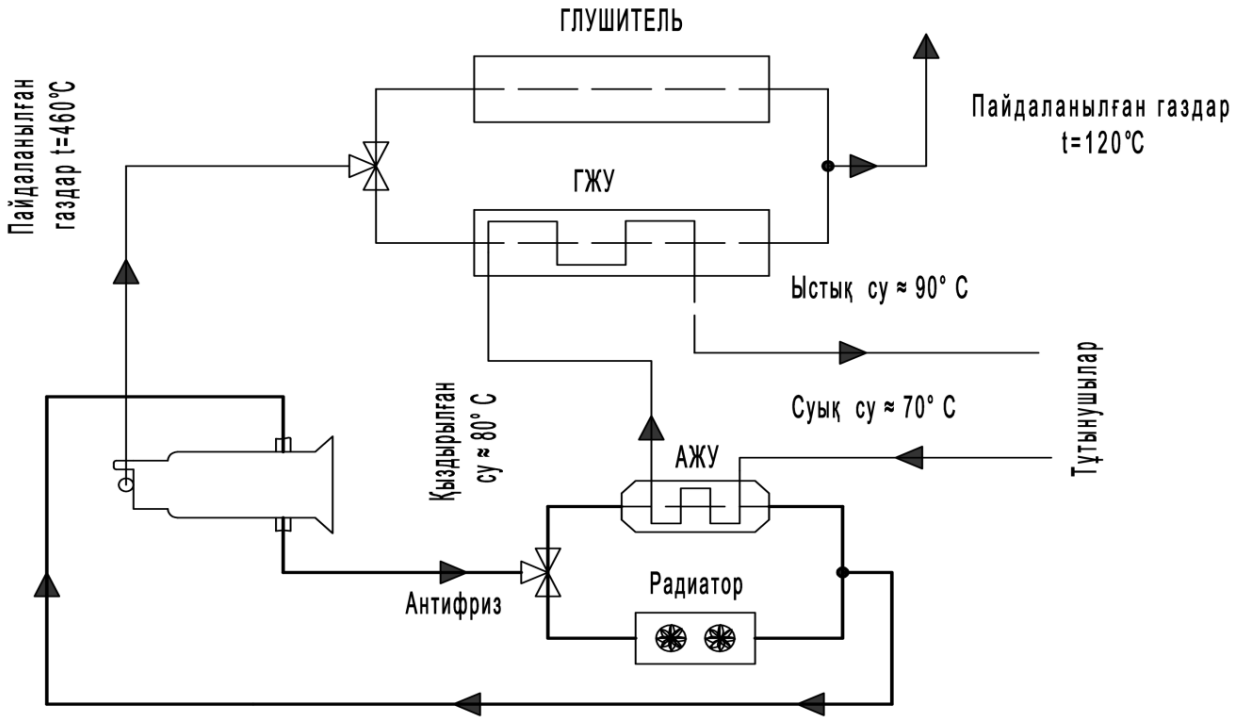
- Түтін газдарының жылуын утилизациялық (өтт.П) қозғалтқыштың пайдаланылған газдарынан жылуды температура мен қысымның талап етілетін параметрлері бар бу түрінде тұтынушының контурында жылу тасымалдағышқа береді.

УТГ.П – "су/түтін газы/бу"схемасы бойынша жұмыс істейтін қаптама түтікті жылу алмастырғыш.

Егер электр энергиясының генераторы газтурбиналық қондырғы болып табылса, жылу модулінің құрамына түтін газдарының жылуын утилизациялау ғана кіреді. ГТҚ-ның жылу қуаты турбинаның параметрлерімен анықталады және әдетте өндірілетін электр энергиясының 200% - дан 400% - ға дейін құрайды.

Іштен жану қозғалтқыштарын жылуды утилизациялау жүйесімен жабдықтау электр агрегаттарының ПӘК-ін 80-88% - ға дейін ұлғайтуға мүмкіндік береді. Осылайша, жылуды утилизациялау жүйесінің негізгі міндеті жылуды өндіруге жұмсалатын шығындарды үнемдеу болып табылады, тиісінше дәл толық көлемде енгізу энергия үнемдейтін технология болып табылады.

Қазан-утилизатордың жұмыс істеу принципіне келсек, ол төмендегі сұлба бойынша жұмыс атқарады.



1-сурет. Қазан-утилизатордың қарапайым сұлбасы

Ендігі кезекте қазан-утилизатордың тік және көлденең түрлерінің айырмашылықтары мен кемшіліктерін салыстыратын болсақ.

Қазандық-утилизатордың тік құрылымын пайдалану келесі техно-экономикалық көрсеткіштер негізінде неғұрлым тиімді болып табылады:

- қуаттың жоғалуы мен ГТҚ ПӘК азаяды, демек, ПТҚ барлық циклінің қуаты мен ПӘК артады;
- жылу беру коэффициенттерінің жоғары мәндерінің салдарынан қазандықтың металл сыйымдылығы төмендейді;
- Жобаны іске асырудан табыс артады, ол құйылған инвестицияны ақтау мерзімін қысқартады.

Газ турбиналарының артына шығар газдардың жылуын утилизациялау үшін көлденең қазан – утилизаторлар орнатылады. Қазандық-утилизаторлар қысымы 1,5 МПа, температурасы 295 С технологиялық буды шығарады және қазандықтарда тұйық контурға қосылған, жылу арнайы жылу алмастырғыштарда алынатын газ-су жылу алмастырғыштарын (ГСЖА) орналастыру есебінен жылумен жабдықтау үшін ыстық суды алуға мүмкіндік береді.

Қазан газ сорғыш арқылы орындалады. Қазандықтың қыздыру беттері сыртқы спиральді құбырлардан орындалады.

Әрбір қазандықтың артында шудан қорғау, газды тығыз клапандар және жөндеу бітеуішін орнату көзделеді.

Тік қазан-утилизаторымен салыстырғанда көлденең қазан-утилизатордың құрастырылуы келесі артықшылықтарға ие:

- газ жолдарының аз аэродинамикалық кедергісі;
- айналмалы сорғылар жоқ, бұл қазандықтың құрылымы мен схемасын жеңілдетеді, ЖЭО-ның өз мұқтаждықтарына электр энергиясының шығынын төмендетеді;
- қазандықтарды монтаждау және жөндеу үшін Кран пайдалану мүмкіндігі бар.

Горизонталды құрастыру қазанының техникалық сипаттамасы 5-кестеде келтірілген.

5-кесте-**кәдеге Жаратушы қазандықтың техникалық сипаттамасы**

Атаулары	ГТҚ жүктемесі					
	100 %			50 %		
Қоректік судың температурасы, ºС	104			104		
Сыртқы ауа температурасы, ºС	-20/-30	0	+20	-20/30	0	+20
Кіре берістегі газдар температурасы, ºС	510	519	526	432	444	458
Кіре берістегі газдар шығыны, кг/с	196	186	173	150	142	133
Бу өндірулігі, т/ч	105	103	97,7	61,2	60,9	60,2
Кіре берістегі бу температурасы, ºС	292	294	297	285	289	293
Қазандықтан кейінгі бу қысымы, МПа	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Шығар газдардың температурасы, ºС	101	99	97	100	97	94
Аэродинамикалық кедергі, Па	1480	1340	1180	888	806	718
ГСЖА кіретін газдардың температурасы, ºС	159	157	155	164	161	159
ГСЖА арқылы су шығыны, т/с	199	199	199	199	199	199
ГСЖА кіріс/шығысындағы температура, ºС	70/121	70/118	70/115	70/126	70/121	70/117

Қорытынды. Мақалада, шешілуі керек мәселелердің бірі болып табылатын қазан-утилизатордың ГТҚ-ның жұмысын қаншалықты өнімді қылатыны жайында зерттеулер жүргізілді. Тік және көлденең қазан-утилизаторлардың құрылымындағы артықшылықтар мен кемшіліктер атап айтылып салыстырылды. Бұл мақаланы жазудағы негізгі мақсат, ол қазан-утилизаторлардың қай түріне қолданғанда ГТҚ-ның пайдалы әсер коэффицинеті жоғары болатындығын көрсету.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Полежаев, Ю.В., Парогазотурбинные энергоустановки., Препринт №2 - 434. М.: ОИВТ РА, - 1999. - С. 57.

[2] Свен, Кьяер. Опыт проектирования и эксплуатации энергоблоков на сверхкрити-ческие параметры в Дании., Перспективы энергетики. - 2002. -Т. б. - С.241-251.

[3] Цанев, С.В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций., М.: Изд-во МЭИ, 2002.

[4] Анализ параметров и тепловых схем энергоблоков на давление 40 МПа. [Текст] / А3. Мошкарин, Д.В. Алексеев, А3. Полежаев [и др.] // Теплоэнергетика - 2005. -№10.

[5] Matta, R.K. Power systems for the 21st century - “H” gas turbine combined - cycles., GE Power systems GER-3935B. - Schenectady, NY. - 22 P.

[6] Анализ направлений развития отечественной теплоэнергетики / А.В. Мошкарин, М.А. Девочкин, Б.Л. Ше-лыгин, В.С. Рабенко; под ред. А.В. Мошкарина / Иван. гос. энерг. ун-т. - Иваново, 2002. - 256 с.

[7] Расчет котельных агрегатов с использованием современных программных продуктов: учеб. пособие /Г.И. Доверман и др. // Иван. гос. энерг. ун-т. - Иваново, 2007. - 220 с.

[8] Шелыгин Б.Л., Мошкарин А.В., Малков Е.С. Тепловая эффективность использования уходящих газов котла-утилизатора при сжигании дополнительного топлива // Вестник ИГЭУ. - 2012. - Вып. 4. - С. 8-12.

[9] Расчет котельных агрегатов с использованием современных программных продуктов: Учеб. пособие / Г.И. Доверман, А.В. Мошкарин, Б.Л. Шелыгин,

Ю.В. Мельников / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина». - Иваново, 2007.

[10] Расчет котлов-утилизаторов с использованием программного продукта BOILER DESIGNER / Г.И. Доверман, А.В. Мошкарин, Б.Л. Шелыгин, Ю.В. Мельников // Вестник ИГЭУ. - 2008. - Вып. 2. - С. 3-9.

Бейсенбаев М.Б., Бахтияр Б.Т., Кумаргазина М.Б.,Епенова Ж.А. , Отынчиева М.

Сравнение преимуществ и недастатков котлов-утилизаторов вертикальной и горизонтальной структуры

Аннотация. В данной статье представлены преимущества и недостатки котла - утилизатора. Показана экономическая эффективность применения вертикальной конструкции котла-утилизатора. Исследовано возможности повышения энергоэффективности котла, при утилизаци тепловых потерь. Анализируется, как котло-утилизатор влияет на коэффициент полезного действия при работе на газобурбинной установке.

Ключевые слова: котел-утилизатор, газотурбинная установка, паротурбинная установка, двигатели внутреннего сгорания, отходящие газы.

УДК 656.212

T.A. Abzaliyeva, Zh. Altayeva, G. Muratbekova, A.Nemasipova
(KazATK named after M. Tynyshpayev, Almaty, Republic of Kazakhstan
E-mail: zhanar1009@mail.ru)

ANALYSIS OF PERFORMANCE INDICATORS OF THE TRANSPORT ENTERPRISE JSC "KTZ-CARGO TRANSPORTATION»

Abstract. The article deals with the improvement of the activity of the transport enterprise of railway transport and the introduction of the principles of customer-oriented railway transport by ensuring the guarantee of delivery of goods in a timely manner in the company "KTZ-Freight".

Key words: train schedule, train formation plan, car traffic management system, railway traffic management system.

Т.А. Абзалиева, Ж.Ж. Альтаева, Г.В. Муратбекова
(КазАТК им. М. Тынышпаева, Алматы, Республика Казахстан
E-mail: zhanar1009@mail.ru)

АНАЛИЗ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ АО «ҚТЖ – ГРУЗОВЫЕ ПЕРЕВОЗКИ»

Аннотация: В статье рассмотрены совершенствование деятельности транспортного предприятия железнодорожного транспорта и введение принципов клиентоориентированности железнодорожного транспорта за счет обеспечения гарантии доставки грузов в установленные сроки в компании «ҚТЖ – Грузовые перевозки».

Ключевые слова: график движения поездов, план формирования поездов, система организации вагонопотоков, система управления движением на железнодорожном транспорте.

Введение. Развитие транспортной отрасли Республики Казахстан является на сегодняшний день одной из приоритетных задач экономической политики. С эффективным развитием транспортного комплекса связано полноценное функционирование всей экономической системы, интеграция страны в мировую экономику, устойчивое социально-экономическую ситуацию [1]. Переход в рыночные условия и существенные изменения в экономической структуре Республики Казахстан за годы независимости главным образом изменили сущность функционирования транспортной системы и тем самым значение транспорта в социальной жизни.

Рыночные отношения для железнодорожного транспорта вызывают необходимость предоставлять клиентам качественных услуг по грузовым перевозкам. Основным условием грузовладельцев на сегодняшний день является доставки грузов точно в срок. И здесь на первый план выдвигается четкая и эффективная организация перевозочной работы железнодорожного транспорта, учитывающая оптимальную взаимоувязку основных технологических элементов: графика движения поездов (ГДП), плана формирования поездов (ПФП), технологических процессов работы станций.

Методы. Актуальность исследуемого вопроса обуславливается необходимостью более полного введения принципов клиентоориентированности железнодорожного транспорта за счет обеспечения гарантии доставки грузов в установленные сроки в компании «ҚТЖ – Грузовые перевозки».

В компании «ҚТЖ - Грузовые перевозки» действуют принципы клиентоориентированности компании в области грузовых перевозок, порядок мониторинга уровня удовлетворенности клиентов услугами перевозки, которые устанавливают основные принципы функционирования корпоративной системы клиентоориентированности на всех уровнях управления, включая структурные подразделения и филиалы АО «НК «ҚТЖ. В них определены требования к взаимодействию производственного и сбытового блоков компании. Достижение стратегических задач холдинга невозможно без удовлетворения предъявляемых требований ко всем элементам перевозочного процесса, включая систему организации вагонопотоков.

Система организации вагонопотоков технологически выражает компромисс внешней и внутренней клиентоориентированности с учетом состояния и возможностей инфраструктуры (рисунок 1.2) [2].

Рис.1. Схема взаимосвязи внешней и внутренней клиентоориентированности на транспортном рынке

Внешняя – характеризуется отношениями с клиентами компании. Внутренняя клиентоориентированность выражается в стремлении АО «ҚТЖ - Грузовые перевозки» к эффективной организации сквозных межфункциональных процессов от момента планирования до момента завершения оказания услуг по перевозке грузов. Настроенная таким образом система организации вагонопотоков способна удовлетворить в полной мере критериям принятой стратегии развития в компании, среди которых важное место занимает надежность перевозки [3].

Результаты и обсуждение. В 2017 году АО «ҚТЖ - Грузовые перевозки» обеспечило рост перевозок грузов в условиях формирования новой модели транспортного рынка, роста потребности в усилении и развитии инфраструктурного комплекса.

Сеть железных дорог РК имеет протяженность 14,8 тыс.км, включает 784 раздельных пункта. За 2017 г. грузооборот компании составил 231,2 млрд. т-км, доходы от грузовых перевозок 742,8 млрд.тг. По ряду грузов и направлений погрузка достигла своего максимума за последние годы и составила 257 846 тыс. тонн, что связано с увеличением погрузки зерна, цветной руды, нефтепродуктов, железной руды [4].

Грузонапряженность на 1 км эксплуатационной длины за последние 9 лет возросла на 40%, а на 1 км развернутой длины станционных путей – свыше 44%. Высокую загрузку инфраструктуры сегодня обеспечивает не только рост тонно-километровой работы, но и увеличивающийся парк грузовых вагонов, который в настоящее время превысил 65,5 тыс. единиц вагонов.

В этом контексте Компанией поставлена цель трехкратного увеличения производительности труда на железнодорожном транспорте к 2020 году по отношению к уровню 2010 года. Таким образом, стратегия АО «НК «Қазахстан темір жолы» направлена на обеспечение адекватной транспортной основы экономического роста Республики Казахстан. Она охватывает развитие отрасли транспортного машиностроения на основе инвестиционного спроса железнодорожного транспорта, стимулирует развитие смежных отраслей экономики и обеспечивает мультипликативный эффект в ВВП страны [5].

В 2018 году АО «ҚТЖ - Грузовые перевозки» достигла таких целевых показателей, как снижение до 48% износа основных средств инфраструктуры, увеличение участковой скорости до 43,18 км/час; 100% внедрение к 2017 году технологии продажи билетов электронным способом (интернет-витрина, платежные терминалы, транзакционные терминалы самообслуживания) и др.

Модернизация и обновление технического комплекса будет сопровождаться внедрением передовых информационных технологий в производственные процессы управления движением поездов, сервисного обслуживания клиентов, процессы содержания и обслуживания объектов инфраструктуры и подвижного состава на базе разработок ведущих мировых вендоров Siemens, HP, Bombardier, Teltronic, Tera, а также собственных know-how компании. Углубленные исследования потенциала оптимизации работы и повышения производительности с учетом внедрения «рейсовой» модели позволит компании сформировать комплекс мероприятий по модернизации технологий, систем управления, эксплуатации и обслуживания локомотивов, вагонов, магистральных путей и пассажирского хозяйства.

В результате будут значительно улучшены показатели производительности и оборота эксплуатации, содержания и обслуживания производственных активов, персонала и энергоэффективности. Ожидаемый кумулятивный эффект от реализации Программы повышения производительности труда и эффективности производственных процессов в период с 2013 по 2020 годы составит 573 млрд. тенге. Ключевую роль в организации перевозок играют сортировочные станции. Объемы переработки вагонов на них динамично возрастают. В целях освоения возрастающего вагонопотока необходимо реализовывать комплекс мероприятий, направленных на совершенствование переработки вагонов, технологии осмотра поездов в парках приема и отправления.

В целях обеспечения ритмичности работы на важнейших сортировочных станциях сети железных дорог установлены нормативы времени на проведение технического и коммерческого осмотра поездов. Для их выполнения пересмотрены технологические процессы работы станций и ПТО.

Основные показатели деятельности АО «ҚТЖ - Грузовые перевозки» представлены на рисунках 2 - 6.

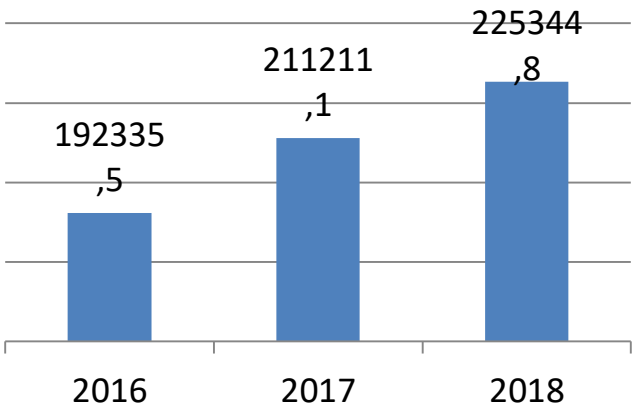


Рис.2. Эксплуатационные тонно-км нетто, млн. т-км

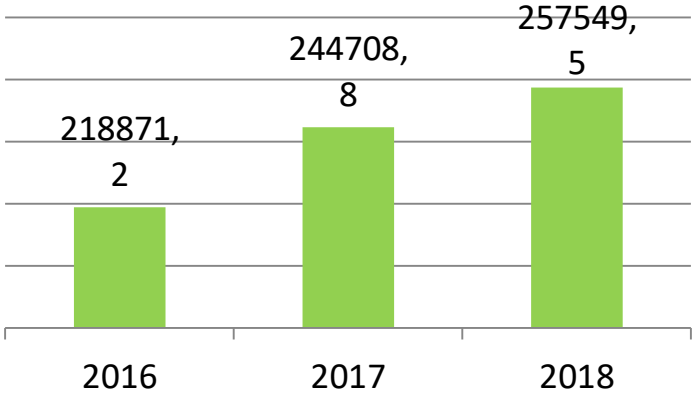


Рис.3. Погрузка, тыс. тонн

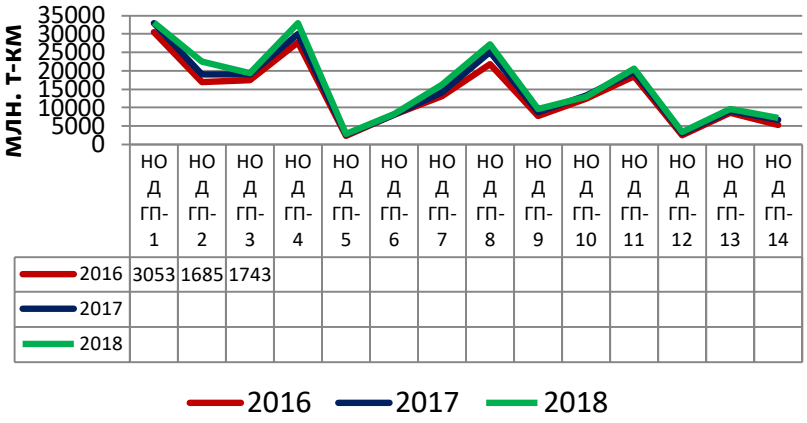


Рис.4. Эксплуатационные тонно-км нетто, млн. т-км
в разрезе филиалов АО «ҚТЖ – Грузовые перевозки»

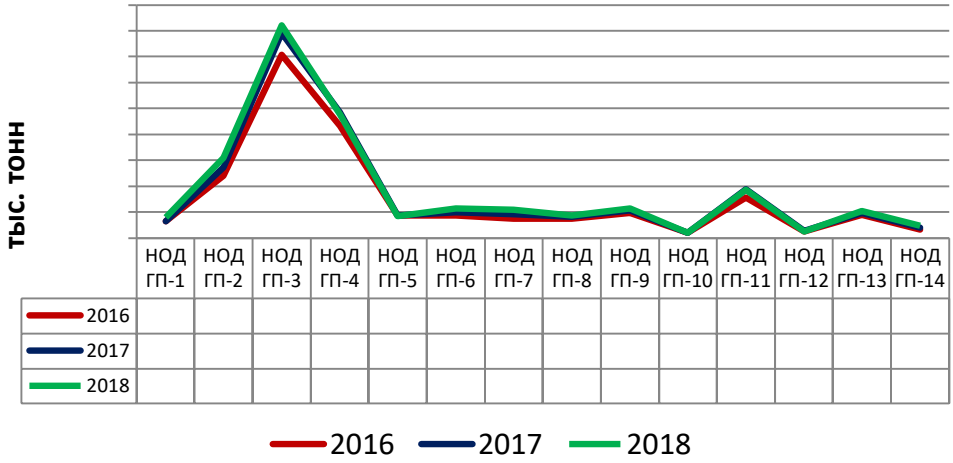


Рис.5. Погрузка, тыс. тонн
в разрезе филиалов АО «ҚТЖ – Грузовые перевозки»

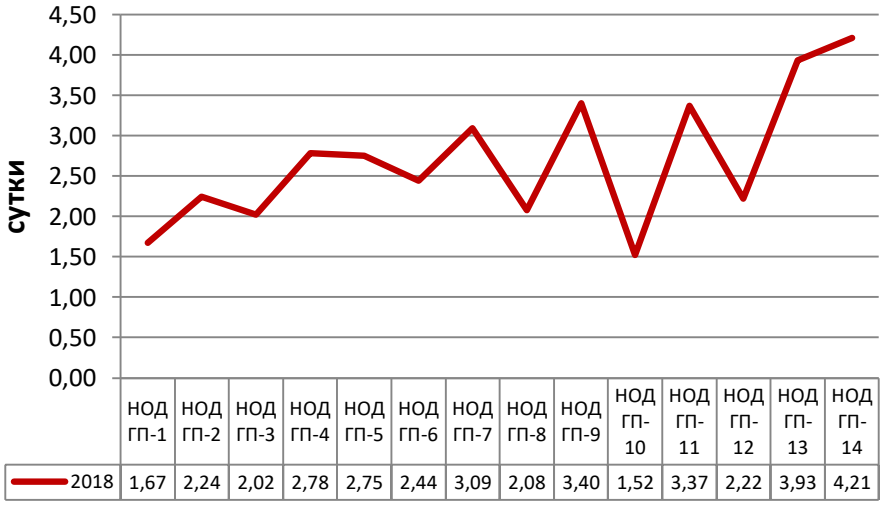


Рис.6. Оборот вагона в 2018 году, сут.
в разрезе филиалов АО «ҚТЖ – Грузовые перевозки»

Железнодорожные перевозки обеспечили почти две трети всего грузооборота по Республике Казахстан.

Грузооборот в РК также заметно вырос: +6,8%, до 193,6 миллиарда тонно-километров, из которых 63,6% пришлось на железнодорожные перевозки (123,2 млрд. т-км, сразу +10,5% за год) .

Национальный оператор АО «ҚТЖ-Грузовые перевозки» за семь месяцев 2017 нарастил грузооборот на 13,8%, по отношению к аналогичному периоду 2016 г. (рисунок 7).

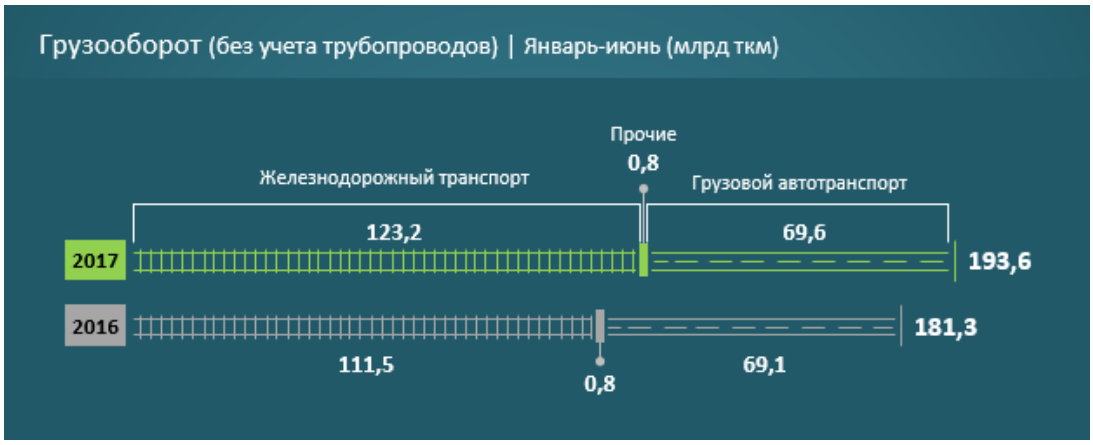


Рис.7. Грузооборот, млрд. к-км

Всего за полгода по железной дороге перевезли 214,6, млн. тонн грузов, против 181,3 млн т годом ранее, рост на 18 % к аналогичному периоду 2016 г.

АО «ҚТЖ-Грузовые перевозки» с января по июль 2017 года увеличил погрузки по всем основным номенклатурным грузам на 14,4%. Так, в сравнении с 2016 г. зерна погружено на 15% выше плана (по заявкам), муки - на 12%. Основной объем погрузки зерновых пришелся в направлении стран Центрально-Азиатского региона - 58% от общего количества, России - 16%, Ирана - 11%. Основная доля погрузки муки (90%) сосредоточена в странах Центральной Азии.

На увеличение объемов грузоперевозок также повлиял рост погрузки химикатов и минеральных удобрений (+30,9% к прошлому году), цветной руды (+15,5%), строительных грузов (+24,5%), нефти (+3,2%) (рисунок 8).

Рис.8. Перевезено грузов, багажа и грузобагажа, млн тонн

Показатели железнодорожных перевозок всецело отражают выход реального сектора из кризиса прошлых лет. Так, в сложный период 2015-2016 годов в промышленности наблюдался спад реальных объемов выпуска продукции на 1-2% в год, однако всплеск активности в текущем году

перебил негативный тренд. По итогам первого полугодия 2017 г. промышленные объемы выросли в стоимостном выражении - на 24,8%, в физическом - на 7,8% к аналогичному периоду 2016. В частности, сразу на 9,4% вырос выпуск продукции горнодобывающего сектора, на 6,5% - обрабатывающего.

В натуральном выражении значительно увеличилось производство каменного угля (+16,9%), железной руды (+17,6%), медной руды (+40,1%). В перерабатывающей сфере на подъеме металлургия (сталь +9,5%, медь +4,7%), химпром (фосфорные удобрения +65,4%, азотные +6,4%), пищепром (рис +4,2%, мука +1,1%), и т.д.

При значительном увеличении нагрузки на железнодорожные перевозки в экспортном направлении, и расширении географии экспортных маршрутов с начала текущего года, среднесуточное нахождение порожнего парка полувагонов дочерней компании КТЖ - АО «Қазтеміртранс» (ҚТТ), на территории Казахстана снизилось с 10 000 до 6 500 полувагонов по отношению к 2016 г. Частным операторам выгоднее сдавать в аренду вагоны российским грузоотправителям и их операторам.

Впрочем, эту проблему АО «ҚТЖ-Грузовые перевозки» решает за счет оптимизации управления грузопотоками. С начала текущего года, в целях эффективности использования парка, создан логистический пул между одним из крупнейших операторов грузовых вагонов ТОО «ТрансКом» и АО «ҚТТ», в котором при наличии единой логистической цепи ведется активная работа по сокращению порожнего пробега обоих парков.

На оптимизацию работы направлена и информационная система MultiRail Enterprise Edition - это интерактивный аналитический инструмент планирования/прогнозирования движения поездо- и вагонопотоков, плановых эксплуатационных показателей на основе введенной нормативно-справочной информации сети, плана формирования грузовых поездов и графика/расписаний движения поездов. Аналитические возможности системы позволяют наиболее эффективно направлять вагонопотоки. Возможность расчета рейсов вагонов позволяет оценивать плановые сроки доставки для каждого вагонопотока. MultiRail интегрируется с информационными системами железной дороги РК, в том числе с АСУ ДКР.

Росту производства сопутствует и рост внешней торговли. Так, после значительного сокращения импортно-экспортных объемов в 2014-2016 годах, показатели 2017 года побили рекорды. За 5 мес. 2017 внешнеторговый оборот показал годовой рост сразу на 29,2%. На 16,7% вырос импорт, сразу на 37,6% - экспорт (рисунок 9).

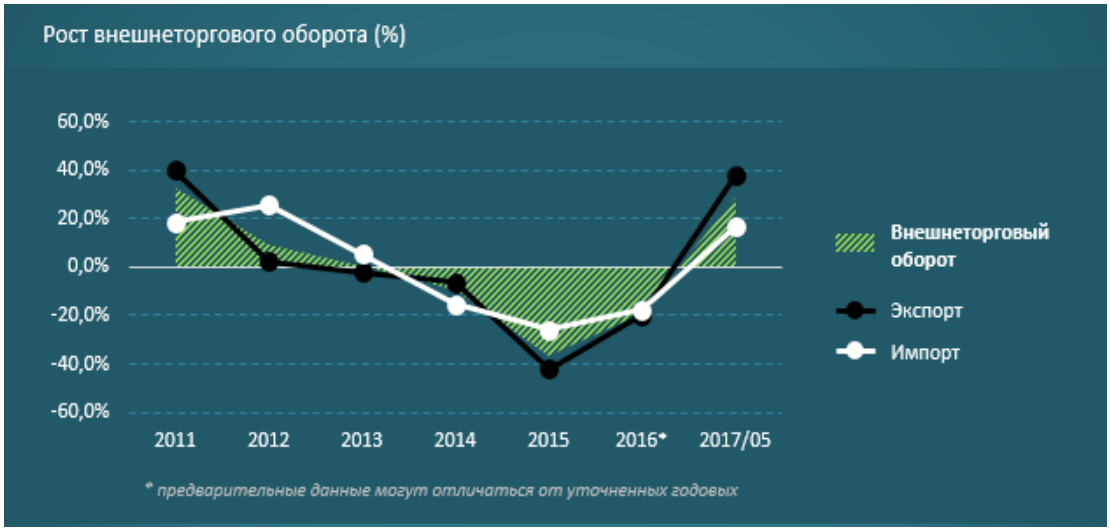


Рис.9. Рост внешнеторгового оборота, %

В рамках таможенного союза показатели еще выше: торговый оборот РК с ЕАЭС вырос на рекордные 34,9%, экспорт - на 34,4%, импорт - на 35,1.

На фоне форсирования импортно-экспортных отношений АО «КТЖ-Грузовые перевозки» делает упор на развитие транзитных перевозок. По данным национального оператора, основной их рост отмечается в направлении Ченду - Достык - Лодзь. За семь месяцев 2017 года АО «ҚТЖ-

Грузовые перевозки» обеспечило рост перевозок грузов в контейнерах транзитом через территорию Казахстана в направлении «КНР - Европа» - в 1,7 раза, в обратном направлении - в 2,1 раза.

В целом компания АО «ҚТЖ-Грузовые перевозки» нарастила объем грузоперевозок в импортном сообщении на 26% за год, в том числе по погранпереходам с Россией (РЖД) - на 26%, Китаем (КНР) - на 39%, Узбекистаном (УТЙ) - на 12%. В экспортном направлении рост составил 14%, в том числе на погранпереходах с РЖД - на 16%, КНР - на 19%, УТЙ - на 9%. К началу 2017 года длина железнодорожных путей составляла 14,68 тысячи км, на 1,3% больше, чем годом ранее. Подвижной состав железной дороги достигал 1,75 тысячи локомотивов, 56,5 тысячи грузовых вагонов, принадлежащих железной дороге РК, и еще 72,85 тысячи вагонов, принадлежащих частным компаниям и предприятиям (рисунки 10 и 11).

Рис.10. Эксплуатационная длина железнодорожных путей необщего пользования, тыс. км

Рис.11. Подвижной состав, тыс. ед.

Выводы. Целью исследования является внедрение методов в работу транспортной компании, способствующих полному удовлетворению требований клиентов. Поставленная цель достигается путем решения следующих задач: изучение действующей системы организации вагонопотоков; анализ выполнения эксплуатационных показателей транспортного предприятия АО «ҚТЖ – Грузовые перевозки».

Одним из основных факторов эффективного функционирования транспортного сектора является введение конкурентных отношений на транспорте, способствующих принципиально новому

развитию транспортного комплекса, что позволит усилить конкуренцию между грузообразующими, производственными отраслями и дать мощный импульс формированию отечественного промышленно–производственного комплекса. В последние годы АО «ҚТЖ - Грузовые перевозки» обеспечило рост перевозок грузов в условиях формирования новой модели транспортного рынка, роста потребности в усилении и развитии инфраструктурного комплекса.

В компании «ҚТЖ - Грузовые перевозки» действуют принципы клиентоориентированности компании в области грузовых перевозок, порядок мониторинга уровня удовлетворенности клиентов услугами перевозки, которые устанавливают основные принципы функционирования корпоративной системы клиентоориентированности на всех уровнях управления. Система организации вагонопотоков технологически выражает компромисс внешней и внутренней клиентоориентированности с учетом состояния и возможностей инфраструктуры.

Таким образом, повышение качества прогнозных параметров вагонопотоков между станциями является одной из приоритетных направлений развития АО «ҚТЖ – Грузовые перевозки».

ЛИТЕРАТУРА

[1] Послание Президента Республики Казахстан - Лидера нации Н. Назарбаева народу Казахстан «Стратегия «Казахстан-2050» - новый политический курс состоявшегося государства». – интернет-ресурс: www.akorda.kz

[2] Осьминин А.Т. Развитие системы организации вагонопотоков с учетом политики клиентоориентированности // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». – 2017. – № 5–6. – С. 27-39.

[3] Стратегия развития акционерного общества «Национальная компания «Қазақстан темір жолы» до 2025 года. Утверждена решением Совета директоров АО «НК «ҚТЖ» от 26 ноября 2015 года, протокол № 11 (Внесены изменения и дополнения решением Совета директоров АО «НК «ҚТЖ» от 11 февраля 2016 года протокол №2). – интернет-ресурс: www.railways.kz

[4] Орешин В.П. Планирование производственной инфраструктуры: комплексный подход. – Москва, 1986. – 124 с.

[5] Отчетные данные о работе АО «ҚТЖ – Грузовые перевозки» за 2016, 2017 и 2018 года.

Абзалиева Т.А., Альтаева Ж.Ж., Муратбекова Г.В., Немасипова А.Н.

Көлік кәсіпорнының пайдалану көрсеткіштерінің орындалуын талдау «ҚТЖ-Жүк тасымалы» АҚ»

Түйіндеме. Мақалада жетілдіру қызметін, көліктік темір жол көлігі кәсіпорындары мен қағидаттарын енгізу клиентке бағытталған темір жол көлігін қамтамасыз ету есебінен кепілдік жүктерді жеткізу белгіленген мерзімде компания "Қазақстан темір жолы " – Жүк тасымалы".

Түйін сөздер: поездар қозғалысының кестесі, поездарды қалыптастыру жоспары, вагон ағындарын ұйымдастыру жүйесі, темір жол көлігіндегі қозғалысты басқару жүйесі.

УДК 544.6.076.32-039.61

G. Ustayeva, M. Nazhipkyzy, A. Zhaparova, D. Asylkhanova, A. Lesbayev, R. Mysyk
([1]Institute of Combustion Problems, Almaty, Republic of Kazakhstan
[2]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan
[3] CIC energigune, Vitoria-Gasteiz, Spain
[4] Satbayev University)

CREATION OF ELECTRODES FOR ELECTROCHEMICAL ENERGY SOURCES

Abstract: The nature of energy requires the creation of devices for its storage and storage. Therefore, in recent years, the attention of scientists from developed and developing countries has been focused on various electrochemical systems (batteries, fuel cells, etc.) suitable for generating and storing energy. A special place among these systems was occupied by electrochemical capacitors, the undoubted advantages of which include high permissible power, charging / discharging efficiency and a long life cycle, a wide temperature range (up to -40 ° C); specific capacitance is several times higher than conventional capacitors and batteries.

Despite the variety of carbon material used in electrodes for a supercapacitor and methods for their modification, the search for new, more efficient carbon nanostructures continues. This is due to the fact that currently used carbon materials do not always meet all operational and economic requirements.

Keywords: activated carbon, supercapacitor, specific capacity.

[1,2] Г. Устаева, [1,2]М. Нажипкызы, [1,2]А. Жапарова, [1]Д. Асылханова, [4]А. Лесбаев, [3]R. Mysyk
([1]Жану проблемалары Институты, Алматы, Қазақстан Республикасы
[2]Аль-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы
[3] IC энергоқұжаты, Vitoria-Gasteiz, Испания
[4] Сәтбаев университеті)

ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІ ҮШІН ЭЛЕКТРОДТАР ҚҰРУ

Аннотация. Энергияның табиғаты оны сақтау және сақтау үшін құрылғылар жасауды талап етеді. Сондықтан, соңғы жылдары дамыған және дамушы елдер ғалымдарының назары энергияны өндіруге және сақтауға жарамды түрлі электрохимиялық жүйелерге (батареялар, отын ұяшықтары және т.б.) аударылды. Бұл жүйелер арасында электрохимиялық конденсаторлар ерекше орынға ие, олардың артықшылықтары жоғары рұқсат етілген қуат, зарядтау / разрядтау тиімділігі және ұзақ өмірлік цикл, температураның кең диапазоны (-40°C дейін); нақты сыйымдылығы әдеттегі конденсаторлар мен батареяларға қарағанда бірнеше есе жоғары. Суперконденсаторларға арналған электродтарда қолданылатын әртүрлі көміртекті материалдарға және оларды түрлендірудің әдістеріне қарамастан, жаңа, неғұрлым тиімді көміртекті наноқұрылымдарды іздеу жалғасуда. Бұл қазіргі уақытта қолданылатын көміртегі материалдары барлық өндірістік және экономикалық талаптарға әрдайым сәйкес келмейтіндігіне байланысты.

Бұл жұмыста энергия сақтаумен байланысты жұмыстарға шолу келтірілген.

Түйінді сөздер: активтендірілген көміртек, суперконденсатор, меншікті сыйымдылық.

Кіріспе.

Әлемдік экономиканы дамыту және өмір сүру деңгейін арттыру энергия тұтынудың қарқынды өсуіне негізделеді. Осы тәуелділіктерді уақыт бойынша салыстыру ішкі жалпы өнімнің өсуі мен өмір сүру деңгейі көрсеткішінің бірлігіне тұтынылатын энергия көбірек келетіндігін көрсетеді, бұл энергия ресурстары қорларының әлемдік экономиканың алдына жаңа энергия көздерін іздестіруді және жаңа энергия үнемдеуші технологияларды әзірлеудің тривиалды емес міндеттерін қояды.

Автоматтандыруды дамытудың көптеген өзекті мәселелері химиялық энергияны түрлендіргіштерді қолдану арқылы жүзеге асады.Ээлектрохимиялық принципке негізделген құрылғыларды қолданудың үш негізгі бағыты бар: конверсия және электр энергиясының жинақталуы туралы ақпарат (ионизатор және коденсатор); химиялық энергияны электр энергиясына түрлендіру (токтың химиялық көздері) [1].

Конденсаторда сақталатын энергия оның қуатына тікелей байланысты. Егер сыйымдылық, демек кәдімгі диэлектрлік конденсатордың энергиясын сақтау мүмкіндігі бірнеше микрофарадтар болса, онда бірдей мөлшердегі электрохимиялық конденсатордың бірнеше фарадтардың сыйымдылығына ие болады. Мұндай жоғары көрсеткіштер электродтардың конструкциясының арқасында алынады, олар қарапайым конденсаторларға қарағанда ондаған немесе жүздеген есе электродтардың белсенді беткі қабатын үлкен көлемде алуға мүмкіндік береді. Олардың қажеттілігін қамтамасыз ететін және энергияны сақтау құрылғыларының көптеген басқа түрлерінің фонында бәсекеге қабілетті электрохимиялық конденсатордың жоғары ерекшелігі олардың құрылымы мен жұмыс принципіне байланысты алынады [2].

Энергетика - заманауи маңызды тақырыптардың бірі, сондықтан энергияны сақтау мен түрлендіру үшін барлық сұранысқа ие идеалды материалдарды іздеу өте маңызды мәселе болып табылады [3-4].

Электродты материалдың электрохимиялық сипаттамалары бетінің ауданы, электроөткізгіштігі, электродтың сулануы және электролит ерітінділерінің өткізгіштігі сияқты факторларға қатты тәуелді [5]. Қазіргі ең белгілі - көміртекті материалдар, металл оксидтері және электродтық материалдар ретінде өткізгіш полимерлер. Өндіріс басталғаннан бері көміртек материалдарының суперконденсаторлары олардың беткі қабатының жоғары болуына байланысты қолданыла бастады [6].

Активтендірілген көміртек. Электродтың ең көп қолданылатын материалы айнымалы ток, және оның үлкен бетінің ауданы, жақсы электрлік қасиеттері және орташа құны [7]. Активтендіру әдістеріне және қолданылатын көміртек прекурсорларына байланысты, айнымалы токтың дамыған бетінің ауданы 3000 $м^2/г$ дейін көптеген физика-химиялық қасиеттері бар. Активтендірілген көміртек кеуеуті құрылымы активация үдерістерін қолдана отырып алынды, ол өз кезегінде өлшемі бойына кең таралған микропоралардан құралған [8]. Әдетте белсендірілген көмір құрамды электродтарды дайындау кезінде полимерлі байланыстырғыш қосады, бірақ байланыстырғыш материалды қосу жоғары электрлік кедергіге алып келеді және құрылғының жұмыс сипаттамаларын нашарлатады [9].

Көміртекті нанотүтікшелер (КНТ) жоғары электр өткізгіштігінің, меншікті бетінің, созылу беріктігінің, икемділігінің арқасында энергияны сақтау саласындағы таптырмайтын материалдар болып табылады. Бір қабатты көміртекті нанотүтікшелердің негізінде жасалған литий ионды батареялар мен суперконденсаторлардың электродтары жоғары меншікті сыйымдылықты көрсеткен [10]. КНТ-дің меншікті беті аз (500 $м^2$/г аз) бар, ол өз кезегінде ас-мен салыстырғанда энергияның төмен тығыздығына әкеледі. КНТ оның меншікті сыйымдылығын жақсарту үшін калий гидроксидінің көмегімен химиялық белсендірілуі мүмкін [11]

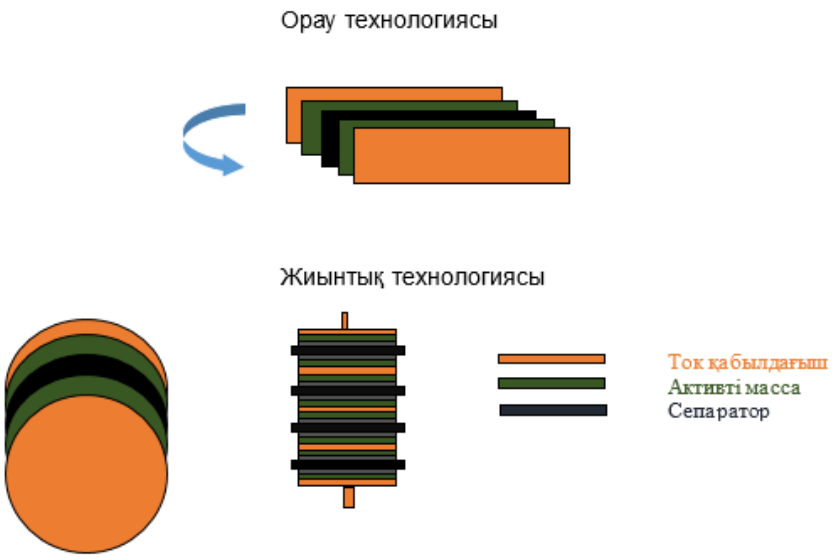
[12] жұмыс авторлары бірнеше қабатты, ұзындығы бірнеше миллиметр болатын көміртекті нанотүтікшелерді синтездеген, ұзындығы үлкен және басқаруға жеңіл болғандықтан олардың бір қабатты көміртекті нанотүтікшелерден құны төмен, электрөткізгіштігі жоғары.

[13] жұмыста белсендірілген көмір мен бірнеше қабатты көміртекті нанотүтікшелердің негізінде ешқандай байланыстырғыштың қатысынсыз гибридті электродтар жасалған. Электрохимиялық энергияны сақтауға арналған электродын құру үшін белсендірілген көмір мен көміртекті нанотүтікшелердің композиттік материалы қолданылды. Алынған электродтардың меншікті сипаттамалары жоғары және ультра жеңіл болған. Электродтардың ультра жеңіл болуы құрылғылардың салмағының аз болуын қамтамасыз етеді [13].

Графен - қалыңдығы бір атомға тең, екі өлшемді құрылым - бұл жоғары электр өткізгіштіктің, химиялық тұрақтылықтың және бетінің үлкен аймағының керемет сипаттамалары арқасында энергия сақтау құрылғыларында қолдануға мүмкіндігі бар ерекше көміртекті материал [14-16]. Соңғы кездері графенді суперконденсаторлардың арналған материал ретінде қолдануға болады деген ұсыныс айтылды, өйткені графен электродты материал ретінде пайдаланылған кезде, ол көміртегі, көміртегі нанотүтікшелері сияқты басқа қатты күйдегі көміртекті материалдармен салыстырғанда кеуектердің таралуына байланысты болмайды [17,18]. Егер меншікті беті толық пайдаланылса, графен 550 Ф/г дейін сыйымдылыққа қол жеткізе алады [14]. А келесі [19] жұмыста графен оксидінің қалпына келтірілген тотығы Хаммерс әдісі нәтижесінде алынғаны туралы айтылады, алынған графит оксиді тез қыздыру әдісіне ұшырады. Соңғы өнім құрамында 1-ден 10-ға дейінгі графенді моноқабаттардан тұратын жұқа наноплатикадан жасалған ұнтақ болды. Графенді суперконденсаторлардың электродтарына арналған зерттеулер жүргізу үшін көптеген мүмкіндіктер ашты.

Жұмыста [6] суперконденсаторлардың жіктелуі және метал оксидтер мен байланыстырушы полимерлер гибридті конденсаторлар мен псевдоконденсаторларға арналған ықтимал материалдар ретінде егжей-тегжейлі сипатталған.

Техникалық қолдану үшін 1000 вольтқа дейінгі суперконденсаторлар қажет болғандықтан, оларды қарапайым суперконденсаторлар негізінде құру үшін қазіргі уақытта екі негізгі технология қолданылады: жиынтықты және орау (сурет 1.).



1-сурет. Суперконденсаторларды жинау технологиялары

Жиынтықты технология тізбекті-параллель қосылған элементарлы ұяшықтардың қажетті санынан тұратын бірыңғай модульде қажетті сипаттамалары (кернеуі мен қуаты) бар суперконденсатор үлгісін жасауды көздейді. Бұл технология алғаш рет өткен ғасырдың жетпісінші жылдары Ресейде жасалған [20]. Орау технологиясы өткен ғасырдың отызыншы жылдары Maxwell (АҚШ) фирмасымен әдеттегі конденсаторлар үшін жасалған және өткен ғасырдың тоқсаныншы жылдары суперконденсатор жасау үшін қолданылған [21]. Бұл ретте соңғы өнім үш вольт кернеуімен қарапайым суперконденсатор болып табылады, ал тапсырыс берушіге қажетті кернеу, мысалы, 300 В олардың сипаттамаларын шашыратуды теңгеру жүйелерін пайдалана отырып коммутацияланатын жүз қарапайым суперконденсаторларды пайдаланумен қамтамасыз етіледі. Батыста бұл технология органикалық электролитті пайдалануға байланысты экологиялық нормаларға сәйкес келмейтініне қарамастан кеңінен таралған.

Электрод жасау үшін ең тиімді материалдарының бірі - кремний диоксиді (SiO_2) болып табылады [21]. Кремний диоксидінің табиғи көздерінің бірі -диатомит минералы. Диатомит - табиғи кеуекті, биологиялық шөгінді минералдардың бір түрі. Ол негізінен SiO_2 және Fe_2O_3, CaO, MgO, органикалық заттарды қоса алғандағы қоспалардың жиынтығынан тұрады. [22] жұмыста диатомитті электродты материал ретінде қолдану мүмкіншіліктері көрсетілген. Алынған электродты материалдың қуаттылығы 420 мАг/сағ және электрод материалдары тұтанбайды, және ол литий-ионды батареялардың қауіпсіздігін арттырады.

[19] Жұмыс авторлары полиакрилонитрилді өнеркәсіптік масштабта көміртек талшықтарын өндіру үшін шикізат ретінде қолданды. Сонымен қатар, талшықты қалыптастыру процесінде макромолекулалардың талшықтың бойымен бағытталуы жоғары деңгейде макромолекулалардың бағдарлануы қамтамасыз етіледі, нәтижесінде алынған талшықтар фибрилді құрылымға ие болады. Текстураның сипаттамаларын талдағаннан кейін, көп қабатты және бір қабатты нанотүтікшелер мен активтендірілген көміртек зарядтау уақыты болатындығы секундтың белгілі бір бөлігінде ғана жүзеге асатыны белгілі болды. Осы жұмыс аясында бірқабатты көміртекті нанотүтікшелерден жасалған жұқа электродтарға негізделген симметриялы электрохимиялық суперконденсаторлардың модельдік ұяшығы құрастырылып, сыналды [19].

[23] жұмыстан көріп отырғанымыздай, Ni - RGO композиттерінің 1 M KOH ерітіндісінде суперконденсаторлардың электродтары ретінде сыналған кезде жоғары нақты сыйымдылығы бар екендігі анықталды (150-ден 330 F / г дейін). Ni $(OH)_2$ никель гидроксиді электродтарда (әсіресе Ni / MH, Ni / Zn, Ni / Cd, Ni / Fe сияқты қайталама ток көздерінде) оң электроактивті материал ретінде қолданылады [24-26]. Нақты сыйымдылық және басқа электрохимиялық параметрлері электрод материалының массасы арқылы өзіндік бетіне және өткізгіштігіне тікелей байланысты екендігі белгілі [23]. Тәжірибеге арналған электродтар келесідей дайындалды. Ni–RGO композиттерінің суспензиясын өткізуші төсенішке орналастырады, төсеніш ретінде мөлшері 6*30 мм никель көбік қолданылған. Көбіктің дамыған беті электролит пен композитті байланыс алаңын ұлғайтуға мүмкіндік береді, сонымен қатар белсенді массаның электродтан электролитпен шайылуына кедергі келтіреді, бұл өз кезегінде полимерлі байланыстырғыштарды (мысалы, поливинилиденфторид) пайдаланбауға мүмкіндік берді, бұл электрод материалы мен электродтың массасы арасындағы адгезияны арттыру үшін дәстүрлі түрде қосылады. [23].

Нанокомпозициялық материал нанокеуекті көміртектен және жылулық кеңейтілген графиттен жасалғаны жайлы сипаттамалары [27] жұмыста зерттелген. Мұндай нанокомпозицияларды суперконденсатордың (СК) электродына ток өткізетін компонент ретінде қосу конденсаторлардың ішкі кедергісін төмендетуге ғана мүмкіндік беріп қоймай, олардың меншікті сыйымдылығын разрядтық токтарда (140-160) Ф/г (10-100) мА) бірнеше есе арттыру. Аталмыш жұмыста көрсетілгендей, дайындалған электрохимиялық конденсаторда потенциалдардың кең аймағында (0-1 В) Фарадей процестері жүрмейді, яғни олар Кулон тиімділігін өзгертпей, 10^5 еседен астам жақсы циклденеді.

Қорытынды

Ғылым мен техниканың дамуына байланысты қазіргі кезде қалпына келмейтін табиғат ресурстарынан қалпына келетін табиғат ресурстарына көшу өте маңызды қадамдардың болып келеді. Сонымен қатар, қоршаған ортаға зиян тигізбейтін, қуатты заманауи технологиялар мен қалдықсыз технологияға көшу қазіргі уақытғалымдарының алға қойған мақсаты. Өз кезегінде ол инфрақұрылымдар заман талабына сай, сұранысты толығымен өтей алатындай болуы шарт. Сол себептен энергия сақтау көздері үшін қолданылатын материалдар айтылған талаптарға сай келгені дұрыс. Ұсынылған шолудан байқағанымыздай, мүмкіндіктері жоғары, көп мөлшерде, ұзақ уақыт бойы қолдануға болатын және экономикалық тұрғыдан тиімді келетін суперконденсаторларды жасау қажет. Ол үшін кеуектілікті

индукциялайтын, беттің меншікті ауданын ұлғайтатын, бөлшектердің агломерациясын болдырмай, белсенді учаскелерді кеңейтетін, циклдық тұрақтылықты жақсартатын, онымен қоса конструкциясының массасын жеңілдетуге мүмкіндік беретін материалдарды анықтау қажет.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Михайлова А.М., Никитина Л.В., Колоколова Е.В., Смирнова О.А. Композиционный электрод для создания электрохимических преобразователей энергии и информации. Вестник Саратовского государственного технического университета. 2005. N 2 (7). С. 43-45

[2] A.G. Pandolfo, A.F. Hollenkamp, Carbon properties and their role in supercapacitors, Journal of Power Sources, 157, 11–27 (2006)

[3] A. L. Polyakova, B. M. Vassiliev, I. N. Kupenko et al., Fizika i Tekhnika Poluprovodnikov, 9, No. 11: 2356 (1976) (in Russian).

[4] C. Liu, F. Li, L. P. Ma, and H. M. Cheng, Adv. Mater., 22: E1 (2010).

[5] B. Rajagopalan and J.S. Chung, Nanoscale Research Lett., 9 (2014) 1.

[6] Zaharaddeen S. Iro, C. Subramani*, S.S. Dash, A Brief Review on Electrode Materials for Supercapacitor, Int. J. Electrochem. Sci., 11 (2016) 10628 – 10643

[7] N. Syarif, I. Tribidasari A and W. Wibowo, Int. Transaction J. Eng., Management, & Applied Sci. & Tech., 3 (2012) 21

[8] P. Sabatier, l'institut Carnot Cirimat, (2012).

[9] W. Lu, R. Hartman, L. Qu, L. Dai, Nanocomposite electrodes for high-performance supercapacitors, J. Phys. Chem. Lett., 2, No.6, 655 (2011)

[10] L.A. Girifalco, M. Hodak, R.S. Lee, Carbon nanotubes, buckyballs, ropes, and a universal graphitic potential, Phys. Rev. B: Condens. Matter, 62, 13104 (2000)

[11] A.G. Pandolfo and A.F. Hollenkamp, J. Power Sources, 157 (2006) 11

[12] Z. Chen, D. Y. Kim, K. Hasegawa, T. Osawa and S. Noda Over 99.6 wt%-pure, sub-millimeter-long carbon nanotubes realized by fluidized-bed with careful control of the catalyst and carbon feeds, Carbon, 80, 339 (2014)

[13] R. Quintero, D. Y. Kim, K. Hasegawa, Y. Yamada, A. Yamada and S. Noda, Carbon nanotube 3D current collectors for lightweight, high performance and low cost supercapacitor electrodes, RSC Adv., 4, 8230 (2014)

[14] C. Liu, Z. Yu, D. Neff, A. Zhamu and B.Z Jang, Nano lett., 10 (2010) 4863.

[15] H. M. Cheng, IEEE, (2010) 49.

[16] H. Wang, Q. Hao and X. Yang, Electrochem. Commun., 11 (2009) 1158

[17] P. Karthika, N. Rajalakshmi and K.S. Dhathathreyan, Soft Nanosci. Lett., 2 (2012) 59.

[18] T.Y. Kim, G. Jung, S. Yoo, K.S. Suh and R.S. Rouff, Acsnano, 7 (2013) 6899.

[19] Рычагов А.Ю., Вольфкович Ю.М., Воротынцев М.А., Квачева Л. Д., Конев Д.В., Крестинин А.В., Кряжев Ю.Г., Кузнецов В.Л., Кукушкина Ю.А., Мухин В.М., Соколов В.В., Червонобродов С.П. Перспективные электродные материалы для суперконденсаторов, электрохимическая энергетика, 2012 Т.12, No. 4

[20] www.maxwell.com

[21] Babaa M.R. et al. ScienceDirect Development of a novel SiO 2 based composite anode material for Li-ion batteries // Mater. Today Proc. 2017. Vol. 4, № 3. P. 4542–4547.

[22] Beata Wicikowska, Andrzej P. Nowak, Anna Lisowska–Oleksiak, Diatomaceous earth: an anode material for lithium – ion batteries.

[23] С. А. Баскаков, А. Д. Золотаренко, Ю. В. Баскакова, Ю. М. Шульга, Д. В. Щур, О. Н. Ефимов, А. Л. Гусев, С. В. Дорошенко, Перспективные материалы для гидридных суперконденсаторов на основе гидроксида никеля и восстановленного оксида графена, Nanosystems, Nanomaterials, Nanotechnologies 14, т. 12, № 4, сс. 715–729

[24] Y.Y. Luo, G. H. Li, G. T. Duan, and L. D. Zhang, Nanotechnology,17:4278
(2006).

[25] D. Linden, Handbook of Batteries (New York: McGraw-Hill: 2002).

[26] J. McBreen, Modern Aspects of Electrochemistry (New York: Plenum: 1990),

[27] С.Л. Рево, И.М. Будзуляк, Б.И. Рачий, М.М. Кузишин. Электродный материал для суперконденсаторов на основе наноструктурного углерода. Электронная обработка *материалов, 2013, 49(1), 71–75.*

Устаева Г., Нажипкызы М., Жапарова А., Асылханова Д., Лесбаев А., Mysyk R.

Создание электродов для электрохимических источников энергии

Резюме. Природа энергии требует создания устройств для ее аккумулирования и хранения. Поэтому в последние годы внимание ученых развитых и развивающихся стран сосредоточено на различных электрохимических системах (батареи, топливные элементы и т.д.), пригодных для выработки и хранения энергии. Особое место среди этих систем заняли электрохимические конденсаторы, к несомненным достоинствам которых следует отнести высокую допустимую мощность, эффективность зарядки/разрядки и продолжительный жизненный цикл, широкий температурный диапазон (до -40°С); удельную емкость несколько раз выше, чем у обычных конденсаторов и батарей.

Несмотря на разнообразие углеродного материала, применяемого в электродах для суперконденсатора и методов их модификации, поиск новых более эффективных углеродных наноструктур продолжается. Это связано с тем, что применяемые в настоящее время углеродные материалы не всегда отвечают всем эксплуатационным и экономическим требованиям.

Ключевые слова: активированный уголь, суперконденсатор, удельная емкость.

УДК 539.3

N. Ashirbayev, Zh. Ashirbayeva , Zh. Alibekova, K.Kulekeyev, A. Yerdankulov
(M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan
ank_56@mail.ru)

DESIGN RATIO OF THE DYNAMIC TASK FOR A RECTANGULAR AREA WITH A CROSS-HOLE

Abstract. In a linear statement, the problem of spreading unsteady stress waves in an elastic body with a rectangular cross-shaped hole is solved. Formulated in terms of stresses and velocities, the mixed problem is modeled numerically using an explicit difference scheme of the end-to-end calculation based on the method of spatial characteristics. Based on the numerical technique developed in this work, the calculated finite-difference relations of dynamic problems are obtained at special boundary points of a rectangular strip, where the first and second derivatives of the sought-for functions are discontinuous of the first kind. By numerical implementation, the stability of computational algorithms for a sufficiently large time is established.

Keywords: speed, stress, load, plane deformation, rupture, numerical solution.

[1]Н.К. Аширбаев, [1]Ж.Н.Аширбаева, [1]Ж.Д.Алибекова, [1]К.Д.Кулекеев, [1]А.Ж.. Ерданқұлов
([1]Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,
Казахстан, г. Шымкент. ank_56@mail.ru)

РАСЧЕТНЫЕ СООТНОШЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ОБЛАСТИ С КРЕСТООБРАЗНЫМ ОТВЕРСТИЕМ

Аннотация. В работе в линейной постановке решается задача о распространении нестационарных волн напряжений в упругом теле с прямоугольным крестообразным отверстием. Сформулированная в терминах напряжений и скоростей смешанная задача моделируется численно с помощью явной разностной схемы сквозного счета, основанной на методе пространственных характеристик. На основе разработанной в работе численной методики получены расчетные конечно–разностные соотношения динамических задач в особых граничных точках прямоугольной полосы, где первые и вторые производные искомых функций терпят разрыв первого рода. Путем численной реализации установлена устойчивость расчетных алгоритмов для достаточно большого времени.

Ключевые слова: скорость, напряжение, нагрузка, плоская деформация, разрыв, численное решение.

Введение. Прогнозирование динамических волновых процессов в твердых телах конечных размеров с учетом ряда ослабляющих факторов (разрывы в граничных условиях, отверстия, полости, вырезы и т.д.) путем математического моделирования с целью определения характера возможных повреждений представляет помимо чисто научного интереса важное прикладное значение, определяемое запросами инженерной практики.

Для большинства конструкций, применяемых в строительстве, машиностроении и других отраслях техники характерно наличие различных нарушений сплошности в виде отверстий, выточек, пазов, выступов и т.п., обусловленных либо технологией изготовления, либо эксплуатационными требованиями. Возле таких несплошностей возникает, как известно, явление местного искажения напряжений и деформаций, называемое обычно концентрацией напряжений. Эти эффекты вносят существенное изменение в «средние» напряжения и нередко являются причиной разрушения. На качественные и количественные эффекты концентрации напряжений влияют разнообразные причины, связанные с геометрией концентратора, видом воздействия, реальными свойствами материала. Поэтому проблеме концентраций напряжений уделяется в современной технике огромное внимание, что нашло отражение в практически необозримом количестве отечественных и зарубежных исследований, а также специальных монографиях и справочных руководствах[1-17].Однако интерес к этим проблемам, обусловленный, в первую очередь, важностью

решения сложных практических задач, велик, и дальнейшее совершенствование численных методов в различных модификациях с использованием все более совершенной электронно-вычислительной техники должно привести к существенному развитию данного направления.

Постановка задачи. Исследуется плоская деформация упругого тела с прямоугольным поперечным сечением и вырезом в виде крестообразного отверстия. Сечение имеет размеры $0 \le x_1 \le \ell$ и $-L \le x_2 \le L$. В пределах сечения имеется вырез, форма которого имеет вид креста. Отверстие заключено в промежутках между двумя прямоугольниками (рисунок 1)

$$\ell^{(1)}{}_1 \le x_1 \le \ell^{(1)}{}_2 \quad \text{и} \quad L^{(1)}{}_1 \le x_2 \le L^{(1)}{}_2$$
$$\ell^{(2)}{}_1 \le x_1 \le \ell^{(2)}{}_2 \quad \text{и} \quad L^{(2)}{}_1 \le x_2 \le L^{(2)}{}_2 . \qquad (1)$$

Стороны прямоугольника разбиты на n_1 и n_2 частей. При этом шаги разбиения по координатам определены равенствами $h_1 = \ell / n_1$ и $h_2 = L / n_2$. Таким образом, произвольная узловая точка O_{ij} будет иметь координаты ($x^i{}_1$, $x^j{}_2$). При этом $x^i{}_1 = i\, h_1$ ($i = 0, 1,2, \dots n_1$) и $x_2^j = j\, h_2$ ($j = -n_2, -n_2+1, n_2+2, \dots -1, 0, 1, 2, \dots, n_2-1, n_2$). На контурных точках выступающих частей отверстия должно присутствовать не менее трех узловых точек. Это ограничение связано с применением использованной девятиточечной схемы аппроксимации первых и вторых производных в угловых точках и требованием обеспечить непрерывность параметров, которые на границе отверстия имеют заданное нулевое значение, а во внутренних точках – отличное от нуля расчетное значение.

На части лицевой границы $x_1=0$ и $L^* \le x_2 \le L^{**}$ прямоугольной области прикладывается нормальная синусоидальная внешняя нагрузка

$$p + q = A \sin(\omega t),\ \tau = 0. \quad 0 \le t \le t^* \qquad (2)$$

Остальная часть лицевой границы $x_1=0$ свободна от напряжений. Нормальная составляющая нагрузка изменяется во времени t и является постоянной по поперечной координате x_2. В (2) принято, что коэффициент A является амплитудой внешней нагрузки, а ω её частота. Нагрузка действует на ограниченном участке времени t^*. В моменты времени, превышающие t^*, нагрузка не прикладывается, т.е. считается, что

$$p + q = 0,\ \tau = 0 \ \text{при}\ t \ge t^*. \qquad (3)$$

Тыльная поверхность $x_1 = \ell$ считается свободной от каких–либо внешних воздействий, т.е.

$$p + q = 0, \quad \tau = 0 \ \text{при}\ t \ge 0. \qquad (4)$$

Боковые поверхности $x_2=\pm L$ предполагаются закрепленными и на них считаются, что компоненты вектора скоростей перемещений равны нулю в любой момент времени, т.е.

$$v_1 = v_2 = 0 \quad \text{при} \quad t \ge 0. \qquad (5)$$

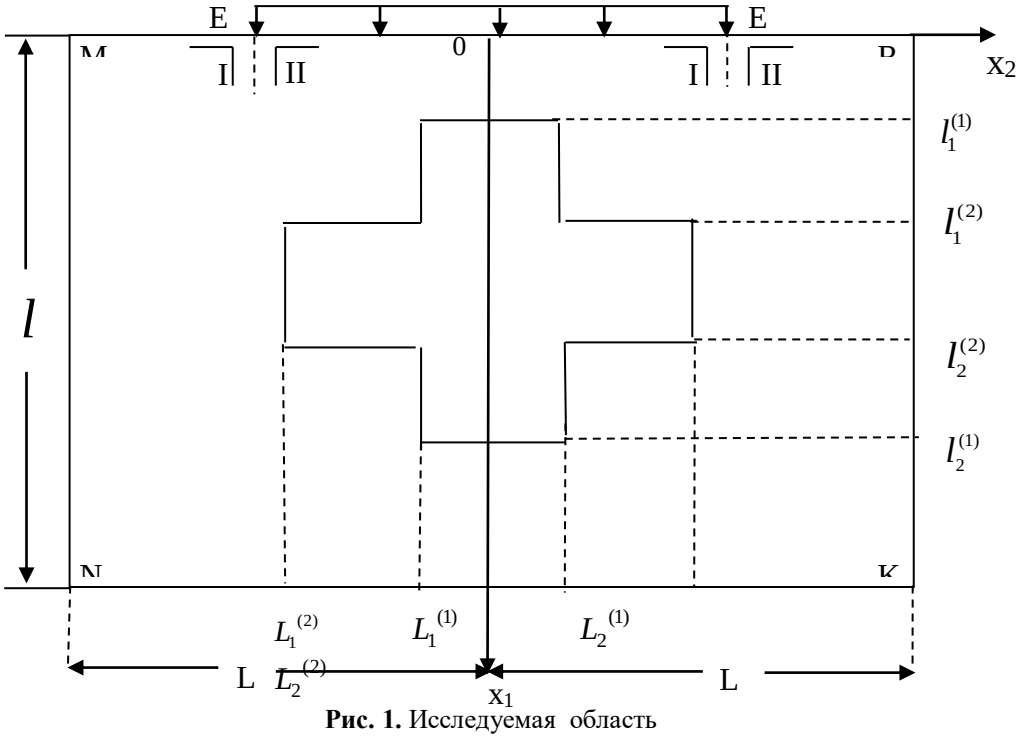


Рис. 1. Исследуемая область

Наконец, границы внутреннего отверстия считаются свободными от напряжений:

$$p + q = 0,\ \tau = 0 \quad \text{при} \quad x_1 = \ell^{(1)}{}_1\ ,\ x_1 = \ell^{(1)}{}_2 \quad \text{и} \quad L^{(1)}{}_1 \le x_2 \le L^{(1)}{}_2\ , \tag{6}$$

$$p + q = 0, \quad \tau = 0 \quad \text{при} \quad x_1 = \ell^{(2)}{}_1\ , \quad x_1 = \ell^{(2)}{}_2$$

$$\text{и} \quad L^{(2)}{}_1 \le x_2 \le L^{(1)}{}_1 \quad \text{и} \quad L^{(1)}{}_2 \le x_2 \le L^{(2)}{}_2\ , \tag{7}$$

$$p - q = 0, \quad \tau = 0 \quad \text{при} \quad x_2 = L^{(2)}{}_1,\ \ x_2 = L^{(2)}{}_2 \quad \text{и} \quad \ell^{(2)}{}_1 \le x_1 \le \ell^{(2)}{}_2, \tag{8}$$

$$p - q = 0, \quad \tau = 0 \quad \text{при} \quad x_2 = L^{(1)}{}_1,\ \ x_2 = L^{(1)}{}_2$$

$$\text{и} \quad \ell^{(1)}{}_1 \le x_1 \le \ell^{(2)}{}_1 \ \text{и}\ \ \ell^{(2)}{}_2 \le x_1 \le \ell^{(1)}{}_2. \tag{9}$$

Граничные условия (2) – (9) должны быть дополнены начальными условиями. Предполагается, что в начальный момент времени (t = 0) тело не нагружено и находится в состоянии покоя, так что

$$v_1(x_1;x_2;0)=v_2(x_1;x_2;0)=p(x_1;x_2;0)=q(x_1;x_2;0)=\tau(x_1;x_2;0)=0. \tag{10}$$

Таким образом, необходимо найти решение уравнений [1-2]:

$$v_{1,t} - p_{,1} - q_{,1} - \tau_{,2} = 0\ ; \quad v_{2,t} - p_{,2} + q_{,2} - \tau_{,1} = 0\ ;$$

$$\gamma^2(\gamma^2 - 1)^{-1} p_{,t} - v_{1,1} - v_{2,2} = 0\ ; \qquad \gamma^2 q_{,t} - v_{1,1} + v_{2,2} = 0\ ;$$

$$\gamma^2 \tau_{,t} - v_{1,2} - v_{2,1} = 0\ . \tag{11}$$

при сформулированных граничных и начальных условиях (2) – (10).

Методы. На упругое тело в форме прямоугольной полосы, содержащее внутри себя прямоугольное крестообразное отверстие, нанесена квадратная сетка, в узлах которой определяются значения компонент скорости перемещений v_1, v_2 и напряжения p, q, τ. Предполагается, что границы тела и контур прямоугольного крестообразного отверстия совпадают с линией узлов квадратной сетки, которая покрывает исследуемую область (рисунок 1).

Алгоритм решения уравнений (11) на основе метода пространственных характеристик разработан в [1-2] для внутренних, граничных и угловых точек и получены соответствующие расчетные конечно–разностные соотношения. Однако, они могут быть использованы только в областях с непрерывным изменением всех входящих параметров. Алгоритм решения динамических задач в особых точках $x_2 = L^*$ и $x_2 = L^{**}$ границы $x_1 = 0$ тела, в которых граничные условия по координате терпят разрыв первого рода, разработан в [3]. Другая особенность рассмотренного тела с отверстием является то, что в угловых точках прямоугольного крестообразного отверстия нарушается «привычная» для динамических задач гладкость функций, т.е. терпят разрыв производные первого и второго порядков искомых функций v_1, v_2, p, q, τ. Поэтому они рассматриваются как обычные угловые точки прямоугольного крестообразного отверстия и метод, разработанный в [2], обобщен для получения разрешающих уравнений в этих особых точках[4].

Настоящие расчеты проведены для прямоугольной области $0 \le x_1 \le 100\ h_1$ и $|x_2| \le 100\ h_2$ с крестообразным отверстием. При этом полагали, что $h_1 = h_2 = h = 0.05$. Вычислительный процесс проводится шагами по времени. Шаг по времени $k = \Delta t$ выбран в соответствии с критерием устойчивости используемой явной конечно - разностной расчетной схемы[1-2]:

$$\left(\frac{k}{h}\right)^2 \le \min\left\{\frac{\gamma^2}{\gamma^2+1}, \frac{\gamma^2}{2\left(\gamma^2-1\right)}\right\}. \tag{12}$$

В расчетах он считался равным k = 0.025. Коэффициент A в равенстве (2) принят равным единице, а период приложенной импульсной нагрузки был выбран равным T = 100k. Таким образом, круговая частота динамической нагрузки ω принята равной $\omega = \pi / T$. В выполненных расчетах отрезок, на который прикладывается нормальная П–образная нагрузка, удовлетворял условию $|x_2| \le 25h$. Размеры отверстия и его характерные точки в проведенных ниже исследованиях были приняты следующими

$\ell^{(1)}{}_1 = 25h, \quad -10h \le x_2 \le 10h$,

$\ell^{(2)}{}_1 = 40h, \quad -25h \le x_2 \le -10h \quad$ и $\quad 10h \le x_2 \le 25h,$

$\ell^{(2)}{}_2 = 60h, \quad -25h \le x_2 \le -10h \quad$ и $\quad 10h \le x_2 \le 25h,$

$\ell^{(1)}{}_2 = 75h, \quad -10h \le x_2 \le 10h,$

а также

$L^{(2)}{}_1 = -25h, \quad 40h \le x_1 \le 60h$,

$L^{(1)}{}_1 = -10h, \quad 25h \le x_1 \le 40h \quad$ и $\quad 60h \le x_1 \le 75h,$

$L^{(1)}{}_2 = 10h, \quad 25h \le x_1 \le 40h \quad$ и $\quad 60h \le x_1 \le 75h,$

$L^{(2)}{}_2 = 25h, \quad 40h \le x_1 \le 60h.$

Анализ скоростей перемещений точек и напряжений в них показывает, что для области с отверстием и для области без отверстия вдали от этого отверстия их распределения по оси x_2 практически совпадают. Отличия этих параметров наблюдаются лишь вблизи отверстия, на расстояниях равных $4h-6h$ от отверстия.

Поэтому представляет интерес провести анализ динамического поля напряжений около отверстия. Такой анализ проводится с целью выявления областей концентрации напряжений. Можно предположить, что именно в этих областях может произойти разрушение среды. Хотя результаты, полученные для упругой среды, имеют характер прогнозов, можно предположить, что они будут полезными и в других ситуациях.

Путем численной реализации установлена устойчивость расчетных алгоритмов для достаточно большого времени и выполнено сравнение результатов численных расчетов с результатами точного аналитического решения задачи Рэлея – Ламба, который подтвердил их достаточно хорошее совпадение. Метод пространственных характеристик обладает определенным преимуществом по сравнению с другими численными методами. Он максимально приближает область зависимости конечно-разностного уравнения к области зависимости дифференциального уравнения. Другое преимущество этой схемы состоит в том, что она дает естественный путь получения конечно-разностных уравнений для определения решения в граничных точках, без привлечения дополнительных интерполяций.

Заключение. Таким образом, построен алгоритм решения поставленной нестационарной задачи теории упругости в особых точках, в которых граничные условия по координате терпят разрыв первого рода. На основе этого алгоритма составлена программа расчетов на персональном компьютере на алгоритмическом языке Фортран, которая как составная часть включена в единую общую программу.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Clifton R.J. A difference method for plane problems in dynamic elasticity// Quart. Appl. Math. –1967. – Vol. 25. –No.1. –P. 97–116.

[2] Ержанов Ж.С., Каримбаев Т.Д., Байтелиев Т.Б. Двумерные волны напряжений в однородных и структурно–неоднородных средах.–Алма-Ата: Наука, 1983.–171 с.

[3] Аширбаев Н.К., **Аширбаева Ж.Н.**, Сабырханова П.Ш., Турсынкулова Э.А., Алтынбеков Ш.Е. Расчетные соотношения динамической задачи в точках разрыва граничных условий //Вестник КазНИТУ. – 2020. – №1 (137)–С.579–584.

[4] Ashirbayev N., Ashirbayeva Zh. , Shomanbayeva M. ” Features of the Wave Field in a Finite Body with a Noncentral Hole,” in International Conference «Functional analysis in interdisciplinary applications» (FAIA2017), AIP Conference Proceedings 1880, edited by Tynysbek Kal'menov and Makhmud Sadybekov (American Institute of Physics, Melville, NY, 2017), 060013 (2017); http://doi.org/10.1063/1.5000667.

[5] Долотов М.В., Килль И.Д., Лимонченко Ю.Г. Несимметричная касательная нагрузка на границе упругого полупространства// Прикладная математика и механика, 2015. –Т.79. –С.264–272.

[6] Alexeeva L.A.,Sarsenov B.T. Mathematical model of massive dynamics in the neighborhood of disturbance focus //AIP Conference Proceedings, 2015.– Vol.1676, 020067,DOI: http://dx.doi.org/10.1063/1.4930481.

[7] Ashirbayev N., Ashirbayeva Zh., Abzhapbarov A., **Shomanbayeva M.** The features of a non-stationary state of stress in the elastic multisupport construction // AIP Conference Proceedings. 2016, V. 1759, 020039, http://dx.doi.org/10.1063/1.4959653.

[8] Мамаев Ш.М., Борашева Н.Т. Численное исследование распространения динамических возмущений в составных стержнях сеточно-характеристическим методом//Известия НАН РК. – 2015.–№3(301).–С.145–154.

[9] Gavrilov S.N., Herman G.C. Wave propagation in a semi-infinite heteromodular elastic bar suljected to a harmonic loading//J. Sound and Vibr. 2012.–331 с.– № 20.–P.4464-4480.

[10] Kochaev A.L., Brazhe R.A. Mathematical modeling of elastic wave propagation in crystals: 3d-wave surfaces//Acta mechanika, 2011. – Vol.- 222 № 1-2.–P.193-198.

[11] Parvanova S., Dineva P., Manolis George D. Elastic wave fields in a half-plane with free-surface relief, tunnels and multiple buried inclusions// Acta Mechanica. – 2014.– Vol.225.–P.1843–1865.

[12] Lys E.V., Romenski E.I., Cheverda V. A., Epov M. I. Interaction of seismic waves with zones of concentration of initial stresses // Doklady Earth Sciences. - 2013.–Vol.449 (2).– P. 402-405.

[13] Lesan D., Scalia A. On the deformation of or thotropic Cosserat elastic cylinders // Mathematics and Mechanics of Solids, 2011.–Vol. 16(2).–P.177–199.

[14] Israilov M.Sh. Reduction of Boundary Value Problems of Dynamic Elasticity to Scalar Problems for Wave Potentials in Curvilinear Coordinates // Mechanics of Solids. – 2014.–Vol.46, №1.–P.104-108.

[15] Yi-chao Chen. On the dynamic behavior of a class of Cauchy elastic materials// Mathematics and Mechanics of Solids. – 2016.–Vol16(5).– P.563–569.

[16] Dan Sun, Song-Nan Luo The wave propagation and dynamic response of rectangular functionally graded material plates with completed clamped supports under impulse loadoriginal Research Article// European Journal of Mechanics-A/Solids. – 2015.–Vol.30, №3.–P.396–408.

[17] Ashirbayev N., Ashirbayeva Zh., Shomanbayeva M. Influence of heterogeneity of nature of border fixing on the propagation of two-dimensional waves// AIP Conference Proceedings. – 2015.–Vol. 1676, 020067, DOI: http://dx.doi.org/10.1063/1.4930493.

Аширбаев Н.К., Аширбаева Ж.Н., Алибекова Ж.Д., Кулекеев К.Д., Ерданқұлов А.Ж.

Крест тәрізді тесігі бар тіктөртбұрышты денедегі динамикалық есептің айырымдық қатынастары

Түйіндеме. Жұмыста сызықты жағдайда тұжырымдалған крест тәрізді тесігі бар тікбұрышты серпімді денеде стационар емес кернеулік толқындардың таралу есебі шешілген. Кернеулер мен жылдамдықтар терминінде қойылған аралас есеп айқын айырымдық схема, атап айтқанда сандық кеңістіктік сипаттамалар әдісімен шешілген. Жұмыста жалпыланған сандық әдістің көмегімен динамикалық есептер үшін ізделінді функцияларының бірінші және екінші ретті туындылары үзілісті болатын тіктөртбұрышты дененің шекаралық ерекше нүктелерінде ізделінді функцияларды табуға арналған есептеу қатынастары алынды. Сандық әдісті қолдану нәтижесінде есептеу алгоритмдерінің жеткілікті үлкен уақытқа тұрақтылығы анықталды.

Түйін сөздер: жылдамдық, кернеу, күш, жазық деформация, үзіліс, сандық шешім.

УДК 622.011; 622.023

[1]A. Marasulov, [2]I.I. Safarov, [3]B.S. Rakhmonov, [4]G.A. Abdraimova, [1]A.S. Tolep
([1]Khoja Ahmet Yasawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan, Kazakhstan;
[2]Tashkent Chemical-Technological Institute, Tashkent, Uzbekistan;
[3]Urgench State University, Urgench, Uzbekistan;
[4] Satbayev University, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: gulnara409@mail.ru)

THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDY OF THE VIBRATIONS OF AN UNDERGROUND SHELL STRUCTURE UNDER SEISMIC AND EXPLOSIVE EFFECTS

Abstract. This work presents the results of field experimental studies on the pattern of seismic blast waves propagation in the soil environment, the behaviour of the seismic stress state of an underground structure, such as a cylindrical thin-walled shell interacting with the ground during seismic effects of underground instantaneous explosions. Also, this problem is theoretically solved and theoretically obtained results are compared with experimental ones.

Key words: explosion, seismic effect, seismic stress state, experiment, grammonite, sample.

[1]А. Марасулов, [2]И.И. Сафаров, [3]Б.С. Рахмонов, [4]Г.А. Абдраимова, [1]А.С. Тулеп
([1]Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави, Туркестан, Казахстан;
[2]Ташкентский химико-технологический институт, Ташкент, Узбекистан;
[3]Ургенчский государственный университет, Ургенч, Узбекистан;
[4]Сәтбаев университеті, Алматы, Казахстан.
E-mail: gulnara409@mail.ru)

ТЕОРЕТИКО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЯ ПОДЗЕМНОГО ОБОЛОЧЕЧНОГО СООРУЖЕНИЯ ПРИ СЕЙСМОВЗРЫВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Аннотация. В работе приведены результаты натурных экспериментальных исследований по изучению картины распространения сейсмовзрывных волн в грунтовой среды, поведения сейсмонапряженного состояния подземного сооружения, типа цилиндрической тонкостенной оболочки, взаимодействующей с грунтом при сейсмических воздействиях подземных мгновенных взрывов. Также данная задача теоретически решена и теоретически полученные результаты сравнены с экспериментальными.

Ключевые слова: взрыв, сейсмический эффект, сейсмонапряженное состояние, эксперимент, граммонит, образец.

Как известно, сейсмический эффект действия подземного взрыва на подземное сооружение зависит от многих факторов, особенно от физико-механических свойств грунта экспериментальной площадки, как в точке взрыва, так и в местах где уложено подземное сооружение [1,3,7,8,10,15].

Во избежание приращения балльности-рельеф для экспериментальной площадки выбрана относительно ровная местность, противоположная сторона обрамлена невысокими холмами.

Методика проведения экспериментов, сведения о геологических и гидрогеологических условиях и др. данные приведены в [4,5,6,9,12,13,14].

При взрывах в качестве заряда ВВ был применен граммонит 79/21, который во всех случаях инициировался детонирующим шнуром и электродетонатором мгновенного действия. Взрывы производились через осциллографов путем разрыва петли, который оборачивался детонатор.

Произведено взрывы с весом заряда ВВ 420-7000кГ. Взрывы были произведены с приближением к исследуемым образцам.

Поскольку проведенные взрывы сильно различались по весу, а зарегистрированные колебания грунта и сооружения относятся к различным расстояниям от места взрыва, для сравнения результатов наблюдения между собой был использован параметр $R_{пр}$- приведенное расстояние:

$$R_{пр}= R/\sqrt[3]{C} \qquad [м \cdot кГ^{-1/3}] \tag{1}$$

здесь R - соответствует эпицентральному расстоянию (м.); С - вес заряда ВВ(кГ).

На рисунке 1 приведены колебания подземного сооружения в продольном, поперечном и вертикальном направлениях. Отсюда видна, что колебания подземного сооружения имеет не вполне правильной возрастающее-затухающей синусоиды, без каких-либо импульсивных наложений. Пик соответствующий максимуму при малых приведенных расстояниях наблюдается в начале движения, т.е. колебания сооружения начинается с очень резкого вступления большой амплитуды. Сходство картины между продольной и вертикальной составляющей состоит в том, что обе осциллограммы колебания начинаются не с резкого вступления максимальной амплитуды. Особенностью колебательного движения сооружения, в поперечном направлений, является то, что оно начинается с резко выраженного пика, который соответствует по значению максимуму. На основе записей колебания сооружения были определены величины декрементов затухания для каждой составляющей вектора смещения сооружения. Средние значения декрементов затухания для продольной составляющей равно $\lambda_{прод}$=0,54; для поперечной $\lambda_{поп}$=0,68; и наконец для вертикальной составляющей равны $\lambda_{верт}$=0,79.

Если обратим внимание на средние значения величины декрементов затухания для каждой составляющей и сравнить их между собой, то уместно следующее неравенство: $\lambda_{прод} < \lambda_{поп} < \lambda_{верт}$ т.е. среднее значение декремента затухания вертикальной составляющей больше, чем остальных. Если затухание колебания в горизонтальном направлении (по оси О-Х) в большей степени обусловлено податливостью грунта или, другими словами, в этом направлений затухание происходит за счет взаимодействия или преодоления энергии сцепления на контакте тела сооружения и грунта, то на вертикальной составляющей затухание колебания сооружения обусловлено рассеиванием энергии из-за значительной деформаций грунта [2,3,6,8,11].

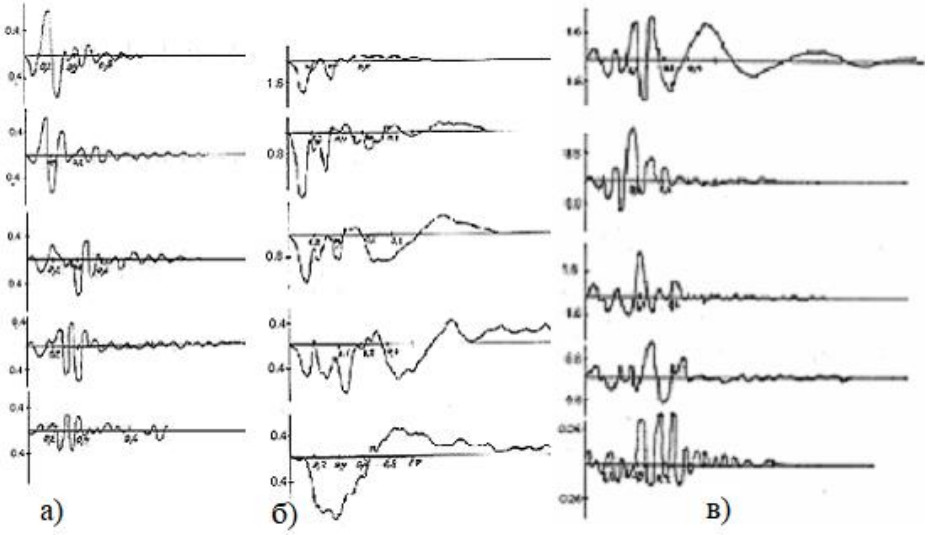


Рис. 1. Записи колебания подземного сооружения в продольном (а), поперечном (б) и вертикальном (в) направлениях.

На рисунке 2 приведены зависимости абсолютных максимальных перемещений подземного сооружения от приведенного расстояния. Отсюда видно, что каждая составляющая изменяется по разным законам и они численно соизмеримы между собой.

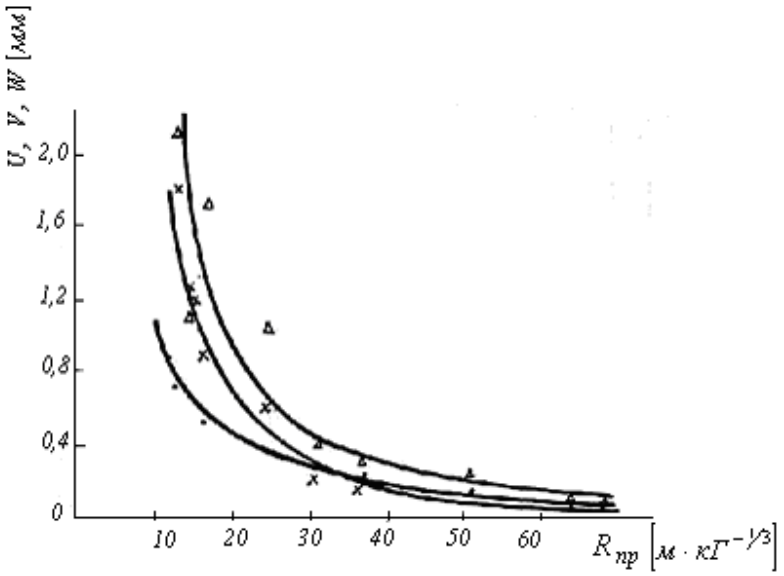


Рис. 2. Зависимость абсолютных максимальных перемещений подземного сооружения в трех взаимно перпендикулярных направлениях от приведенного расстояния:
Δ-вертикальное перемещение; продольное перемещение; X -поперечное перемещение.

Получено подтверждение существования относительных перемещений подземного оболочечного сооружения и грунтовой среды в трех взаимно перпендикулярных направлениях. При этом заметим, что максимальные значения продольных и поперечных горизонтальных перемещений сооружения по значению меньше, чем грунтовой среды.

Были аппроксимированы кривые зависимости абсолютного смещения сооружения в трех взаимно перпендикулярных направлениях от приведенного расстояния. Были получены эмпирические формулы зависимости смещения подземного сооружения от веса заряда ВВ и эпицентрального расстояния в трех взаимно перпендикулярных направлениях для каждого компонента смещения:

-для смещения в продольном направлении

$$U=9{,}29(\sqrt[3]{C}/R)^{-0{,}988}; \quad \text{или} \quad U=2{,}16e^{-0{,}069R_{пр}}; \qquad (2)$$

-для смещения в вертикальном направлении

$$W=141(\sqrt[3]{C}/R)^{-1{,}67}; \quad \text{или} \quad W=4{,}11e^{-0{,}067R_{пр}}; \qquad (3)$$

-для поперечного смещения

$$V=700(\sqrt[3]{C}/R)^{-2{,}44}; \quad \text{или} \quad V=7{,}8\ e^{-0{,}13R_{пр}}; \qquad (4)$$

Анализ экспериментальных результатов позволили получить зависимость смещения подземного сооружения веса заряда ВВ и эпицентрального расстояния до точек взрывов в виде:

$$A=C^{0{,}392}e^{-0{,}012R} \qquad (5)$$

Приводим сейсмодинамический расчет подземного сооружений, которое по геометрическим размерам можно рассматривать как тонкостенную цилиндрическую оболочку.

Рассмотрим вынужденные колебания подземной цилиндрической оболочки со свободным опиранием концов при действии внешних сейсмических(сейсмовзрывных) нагрузок. Если принять закон взаимодействия подземного испытываемого сооружения с окружающей средой упругим, то уравнения движения подземной цилиндрической оболочки сейсмических воздействиях будут иметь следующий вид:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial \xi^2}+\nu_1\frac{\partial^2 u}{\partial \varphi^2}+(\nu_2-\nu_1 K^2)\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial \xi \partial \varphi}+\nu\frac{\partial W}{\partial \xi}-\frac{K_\xi R^2 u}{Д}=\frac{R^2}{Д}(\mu\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}-K_\xi u_0);$$

$$\nu_2\frac{\partial^2 u}{\partial \xi \partial \varphi}+\nu_1\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial \xi^2}+\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial \varphi^2}+K^2\nu_1\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial \xi^2}+K^2\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial \varphi^2}+\frac{\partial W}{\partial \varphi}-K^2\frac{\partial^3 W}{\partial \xi^2 \partial \varphi}-K^2\frac{\partial^3 W}{\partial \varphi}-\frac{K_\varphi R^2}{Д}\vartheta=$$

$$\frac{R^2}{Д}(\mu\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial t^2}-K_\varphi \vartheta_O);$$

$$\nu\frac{\partial u}{\partial \xi}+\frac{\partial \vartheta}{\partial \varphi}-K^2\frac{\partial^3 \vartheta}{\partial \xi^2 \partial \varphi}-K^2\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial \varphi^2}+\frac{\partial W}{\partial \varphi}-K^2\frac{\partial^3 \vartheta}{\partial \varphi^3}+W+K^2\nabla^2\nabla^2 W-\frac{K_Z R^2}{Д}W=$$

$$\frac{R^2}{Д}(\mu\frac{\partial^2 W}{\partial t^2}-K_Z W_O); \qquad (6)$$

Систему дифференциальных уравнений (6) решаем при следующих граничных условиях

$$\xi=0 \quad \text{и} \quad \xi=\frac{x}{R} \qquad (7)$$

$$\vartheta=0, \quad w_O=0, \quad M_1=N_1=0.$$

В соответствии с граничными условиями свободного опирания концов (7) компоненты перемещения точек подземной круглой оболочки выберем в виде

$$u(\xi,\varphi,\tau)=\sum_m\sum_n \varphi_{\lambda n}(\tau)F^1_{\lambda n}(\xi,\varphi);$$

$$\vartheta(\xi,\varphi,\tau)=\sum_m\sum_n \psi_{\lambda n}(\tau)F^2_{\lambda n}(\xi,\varphi) \qquad (8)$$

$$w(\xi,\varphi,\tau)=\sum_m\sum_n \theta_{\lambda n}(\tau)F^3_{\lambda n}(\xi,\varphi)$$

где

$$F^1_{\lambda n}=\cos\lambda\xi\cos n\varphi,$$

$$F^3_{\lambda n}=\sin\lambda\xi\cos n\varphi, \quad F^2_{\lambda n}=\sin\lambda\xi\sin n\varphi \qquad n,m=1,3,5,.... \qquad (9)$$

Подставляя (8) в (9) и решая систему дифференциальных уравнений (6) методом Бубнова-Галеркина, получаем систему обыкновенных дифференциальных уравнений и, решая далее полученную систему уравнений методом Рунге-Кутта, определяем неизвестные коэффициенты $\varphi_{\lambda n}(\tau),\psi_{\lambda n}(\tau),\theta_{\lambda n}(\tau)$ и с помощью систем уравнений определяем значения *u, v, w*. Результаты вычислений перемещений цилиндрической оболочки в пространстве сопоставление их с экспериментально полученными результатами приведены в таблице 1.

Таблица 1 - **Сравнение теоретических и экспериментальных значений перемещений**.

Вес ВВ (кГ)	Эпиц. расст.	*Rnn*	Перемещение в поперечном направлении (мм)		Отн. ошибка %	Перем. в верт направлении		Отн. ошибка %	Перемещ. в прод. направл.		Отн. ошибка %
			теор. знач	экс. знач		теор.	экс.		теор.	экс.	
5140	250	14,5	1,06	1,00	5,6	1,23	2,01	38,8	0,83	0,91	8,8
2520	200	14,7	0,66	0.86	23,3	0,87	1,06	17,9	0,69	0,55	25,5
6540	300	16,0	0,89	0,95	9,5	1,03	1,65	37,6	0,48	0,78	38,5
2900	350	24,54	0,54	0,86	32,7	0,63	0,95	33,4	0,34	0,43	3,9
890	350	36,4	0,18	0,31	41,9	0,21	0,3	30,0	0,17	0,12	41,7

Сопоставление вычисленных теоретических и зарегистрированных экспериментальных значений перемещений в трех взаимно перпендикулярных направлениях показано, что теоретически полученные значения удовлетворительно совпадают с экспериментально измеренными результатами.

Проведен сейсмодинамический расчет подземного сооружения, испытываемого в натурно-полевых условиях сейсмовзрывным методом. Геометрические размеры данного сооружения соответствуют тонкостенной цилиндрической оболочки.

Теоретически вычислены перемещение испытываемого сооружения в трех взаимноперпендикулярных направлениях и теоретически полученные результаты сопоставлены с экспериментальными.

Сопоставление вышеуказанных результатов показывает удовлетворительное совпадение. Относительные ошибки при этом составляют 3,9-41,7%, а их среднее значение 23,7%.

Результаты натурных экспериментов позволяют сделать вывод о существенном влиянии поведения грунтовой среды на колебания (сейсмонапряженного состояния) подземного сооружения при действиях подземных взрывов. Имея данных анализа результатов натурных экспериментов легко можно прогнозировать поведения подземных сооружений при действиях сейсмических волн.

Заключение

Обработка экспериментально полученных данных позволила получить эмпирическую зависимость смещения сооружения от эпицентрального расстояния и веса заряда ВВ в виде формул (2), (3) и (4). С помощью этих формул можно прогнозировать поведения подземных тонкостенных сооружений находящийся под действием сейсмовзрывных волн. Расчеты показали, что с достаточной точностью зависимость (4) может использована при оценке сейсмической интенсивности сейсмовзрывных воздействий.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Господариков А.П., Колтон Г.А., Булдаков Е.Л. О некоторых результатах численного моделирования воздействия сейсмовзрывных волн на подземный нефтепровод // Современные проблемы науки и образования. -2015. -№ 1. - http://www.science-education.ru/121 -18630.

[2] Рахманов Б.С. Изучение характера колебаний грунта при действии сейсмовзрывных волн // Илм сарчашмалари. -2002. -№ 4. -С.18-22.

[3] Господариков А.П., Колтон Г.А., Булдаков Е.Л. Математическое моделирование подземного нефтепровода при воздействии на него взрывных волн // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2014. - № 4. - С. 341 -344.

[4] Рахманов Б.С. К вопросу прогнозирования поведения подземного сооружения при действиях сейсмовзрывных волн // Международный сборник научных трудов Новосибирского Государственного Аграрного университета. -2013.- с.149-152.

[5] Мубараков Я.Н. Сейсмодинамика подземных сооружений типа оболочек. -Ташкент.:Фан, 1987. - 192с.

[6] Господариков А.П., Колтон Г.А., Булдаков Е.Л. Об одном подходе к математическому моделированию воздействия взрывных волн на подземный нефтепровод // Записки Горного института. - 2014. - Т. 210. - С. 37-42.

[7] Господариков А.П., Горохов Н.Л. Динамический расчет трубопроводов на сейсмические воздействия // Записки Горного института. - 2011. -Т.193. -С.318-321.

[8] Горохов Н.Л. Численное моделирование процессов воздействия сейсмовзрывных волн на подземные трубопроводы // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2013. - №3. - С .211-217.

[9] Morris C. Vibration due to Blasting and Their Effects on Building Structures.-The Engineer, 1950.-190 p.

[10] Melure G.M., Afferburg T. Pratier N.A. Analusis ofBlast Effect on Pipelines. – USA.:Proc.ASCE, 1966.

[11] Рахманов Б.С., Сагдиев Х.К., Фасахов В.Г. Экспериментальное исследование поперечного колбания подземного сооружения при сейсмовзрывных воздействиях // Проблемы механики. -2007. - N3.

[12] M.-X. Deng, J. Yang, Characterization of elastic anisotropy of a solid plate using nonilinear Lamb wave approach// Journal of Sound and Vibration. -2007. – Vol.308. –P. 201-211

[13] L. Liu, F.G.YUAN, A linear mapping technique for dispersion removal of Lamb waves// Structural Health Monitoring. -2010. –Vol. 9. –P. 75-86.

[14] L. De Marchi, A. Marzani, N. Speciale, E.Viola. A passive monitoring technique based on dispersion compensation to locate impacts in plate-like structures// Smart Materials and Structures. -2011. –Vol. – 20. -№ 3. –P. 1-9.

[15] Safarov I.I., Marasulov A.M., Kuldoshev N.U. Vibrations of an Elastic Half Space Containing a Pedegree with Account of Internal and Wave Dissipation of the Oscillation Energy// International Journal of Energing Engineering Research and Trchnology. -2018. - Volume 6. - Issue 9. –P. - 1-10.

Марасулов А., Сафаров И.И., Рахмонов Б.С., Абдраимова Г.А., Төлеп Ә.С.

Жерасты қабықшалы ғимараттың сейсмикалық жарылыс әсерінен тербелісін теориялық - эксперименттік зерттеу.

Түйіндеме. .Бұл жұмыста топырақ ортасында сейсмикалық толқындардың таралу заңдылығы, жерасты құрылысының сейсмикалық кернеулі күйі, мысалы, жерасты лезде жарылыстардың сейсмикалық әсерлері кезінде жермен әрекеттесетін цилиндрлік жұқа қабырғалы қабық тәрізді толыққанды тәжірибелік зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Сондай-ақ, бұл проблема теориялық тұрғыдан шешіліп, теориялық тұрғыдан алынған нәтижелер тәжірибелік нәтижелермен салыстырылады.

Түйін сөздер: жарылыс, сейсмикалық әсер,сейсмикалық кенеулі күй, тәжірибе, граммонит, үлгі.

УДК 622.027

K.S. Nurbekova, Z.Zh. Tursymbekova, A.K. Kasymova
(Almaty University, Almaty, Republic of Kazakhstan, kun_1624@mail.ru)

DIAGRAM OF PREPARATION OF PRODUCT TRANSPORTATION FOR DISCHARGE OF HYDROCARBON

Abstract. This article considers main benefits of thermal method impact on the reservoir for promotion of oil recovery and describes characterictic of using paragenerator.

Key words: thermal method, oil recovery of reservoir, paragenerator, delivery wells, viscosity, grid of wells, fluid, deerator, thermal front.

К.С. Нұрбекова, З.Ж. Турсымбекова, А.К. Қасымова
(Алматы Университеті, Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы, kun_1624@mail.ru)

КӨМІРСУТЕКТЕРДІ АУДАНДЫҚ ЫҒЫСТЫРУ ҮШІН ӨНІМДІ ТАСЫМАЛҒА ДАЙЫНДАУ СХЕМАСЫ

Аңдатпа. Бұл мақалада термиялық әдісті мұнайдың алынуын арттыру мақсатында түзілуге әсері туралы түсінік берілген және будың көмегімен мұнайдың жылжуы кезінде пара-генераторларды қолдану ерекшеліктері сипатталған.

Түйін сөздер: термиялық әдістер, майды қалпына келтіру, парагенераторлар, айдау ұңғымалары, тұтқырлық, ұңғыманың құрылымы, сұйықтық, деаэратор, жылу фронты.

Тәжірибелі аумақтың кеуекті көлемі 86 млн м^3 болғанда сұйық фазада 73 млн м^3 және газды фазада 124 мың т (01.08.89) конденсат қорын иеленді.

Тәжірибелі аумақтық қабатқа түскен көмірсутектерді бөліп шығару бойынша УКПГ-8-де ұйымдастыру Вуктыль ГККО ресурстарды сақтау технологиясын құрудың бір элементі болып табылады. Технологиялық кешенді құрудың аяқтау кезеңі болып жеткілікті дәрежеде газдан көмірсутек құрауыштарын (C_2) бөліп шығаруға мүмкіндік беретін ғана емес, сондай-ақ әрі қарай қайта жасап шығаруларды өндіру де табылады. Осыған орай, «СолтүстікНИПИгаз» мамандары төменгі температурада өндірілетін газдан C_{2+} фракциясын толықтай бөліп шығаруға және оны СГПЗ-ға жіберуге мүмкіндік беретін конденсация және адсорбция (НТКА) қондырғылары құрылыстарының мақсатқа сайлылығы жөнінде сұрақ тудырды.

Сыртқы агентті (Вуктыль НГКМ үшін – құрғақ тюмень газы) ұңғымаға айдау барысында тесілген кеңістік арқылы басқа қабаттарға (мысалы, сапасыз цементеудің салдарынан) ағып кетпей, анықталған өнімдік интервалдарға түскендігіне көз жеткізу керек. Ескертетін жағдай, осындай мәселе құрғату интервалдарын анықтау барысында да туындайды: газконденсатты қоспа ұңғыма оқпанына алғашында тесілген кеңістік арқылы, кейіннен сүзгі және перфорация интервалдары аймағының бағанасына түсуі мүмкін.

Кенорнын өңдеудің түрлі нұсқалары жағдайында қабаттық процестерді бақылау барысында оның орналасуы мен құрғату және жұту интервалдары кезіндегі өзгерістер жайлы ақпараттың болуы

өте маңызды. Кенорындарын өңдеудің соңғы сатысында бұл интервалдардың дәстүрлі әдіспен бөлінуі, ұңғымалардың тұрақсыз жұмыс режимі мен газды-сұйық барботаж аймағының болуы салдарынан мүмкін болмайды.

Бұл мәселені шешу үшін жақын арадағы бақылау ұңғымасында жазылған ағымдағы геотерманы зерттеліп отырған тоқтатылған термограммамен салыстыруға негізделген құрғату және жұту интервалдарын анықтаудың арнайы әдісі жасалды.

Бірнеше құйылу интервалдары бар үлкен газдық қабаттар мен кіші депрессиялар жағдайындағы құрғату интервалдарының бөлінуін қарастырайық.

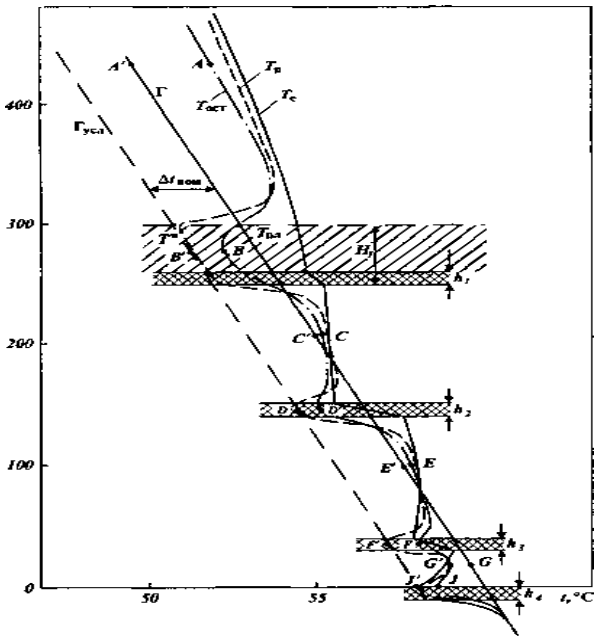
1.1-суретте газ іріктеудің стационарлы режиміндегі қоршаған жыныстар T_n мен ұңғыма оқпанының T_e температура бөлінісінің сызбасы көрсетілген. Құрғату интервалдарымен сәйкес келетін $h_2 - h_4$ құйылу интервалдарынан басқа, бұл суретте бір бөлігі h_1 құйылу интервалы болып табылатын H_1 құрғату интервалы көрсетілген, T_n температурасы құрғату интервалдарында геотермиялық шарттысына жақын ($Г_{усл} = Г - \Delta t_{ном}$). Ұңғыма жабылғаннан кейін оқпан температурасы біртіндеп қоршаған жыныстардың температурасымен теңеседі, алайда T_n температурасының өзі келесі факторлардың есебінен геотермиялыққа ұмтыла отырып өзгеруі мүмкін:

- ағын мен құрғату интервалдарынан тыс – қоршаған жыныстармен кондуктивті жылу алмасу есебінен;

- ағын мен құрғату интервалдарында – төбе мен табанының кондуктивті жылу алмасуы, сондай-ақ, жылудың $T = T_{пл} > T^*$ температурасымен флюид ағындары арқылы конвективті орын ауыстыруы (лубрикатор нығыздауышы салдарынан болған кему) есебінен.

Нәтижесінде, тоқтатылған ұңғыма температурасы $T_{ост}$ іріктеудің алдыңғы стационарлы режимінде орын алған T_e мен $T_{бирдене}$-дан айырмашылық жасайды. Бұл ретте, құрғату және құйылу интервалдарынан тыс температура ($T_{ост}$ Т термограммасындағы A, C, E, G нүктелері) Г геотермограммасындағы A', C', E', G' нүктелеріне ұмтылады, ал құрғату және құйылу интервалдарындағы температура ($T_{ост}$-ғы B, D, F, J нүктелері) бастапқы кезде Г-дан $-\Delta t_{ном} - га\ а$ ауысқан $Г_{усл}$ шартты геотермограммасындағы B', D', F', J' нүктелеріне, ал белгілі бір уақыт өткен соң берілген тереңдіктегі геотермиялық температураға ұмтылады.

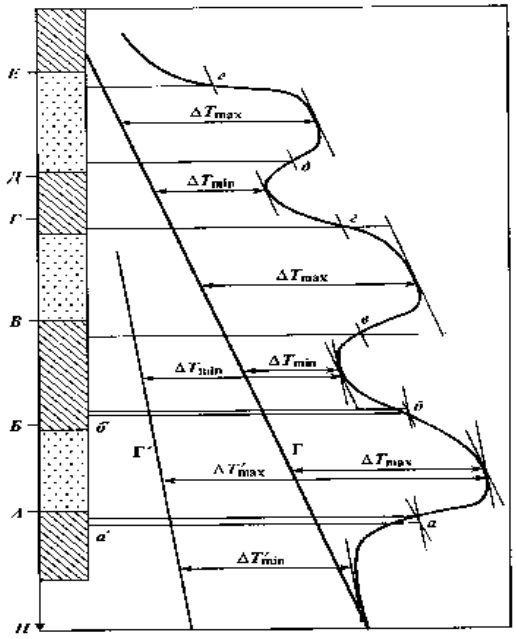
Г, T_e, $T_{ост}$ диаграммаларының орналасуы көптеген факторларға байланысты: әр уақыттағы температура өлшеуіштерінің қателіктері; зерттелетін ұңғыманың ағымдық геотермограммасын, жабылған ұңғыма режиміндегі ұстап тұру уақытын анықтау; лубрикатор нығыздауышынан болған ағынның кему мөлшері және т.с.с. Дегенмен тоқтатылған ұңғыма $T_{ост}$ термограммасының ағымдағы Г геотермограммасына қатысты орнының өзгеруі құрғату интервалдарын анықтауда айтарлықтай қателіктерге алып келмейді (1.2-сурет).



1.1 -сурет. Тоқтатылған ұңғымадағы ($T_{ток.}$) температура мен іріктеу режимінде ұңғымада (T_c) және қоршаған жыныстарда ($T_п$) температураның таралуы

Қандай да бір себептер салдарынан Г геотермограммасы айтарлықтай қателіктермен анықталды делік (оның орналасуы 6.13-суретте Г’ сызығымен берілген). Бұл жағдайда ΔT_{min} *және* ΔT_{max} айтарлықтай өзгереді ($\Delta T'_{min}$ *және* $\Delta T'_{max}$), алайда термометрия бойынша анықталған қабат қалыңдығы және оның ұңғыма бөлігіндегі орны елеусіз ғана өзгереді. Г сынық геотермограммасы жағдайында да, сондай-ақ Г геотермограммасы емес термограмманың өзінің орын ауысуы жағдайында да дәл осындай нәтижені аларымыз анық.

Сонымен, құрғату және жұту интервалдарын анықтау үшін термограмма экстремумдарын сақтаудың міндетті шартында берілген бекітілген геотермограммаға қатысты тоқтатылған термограмма қалпы мен орнын түзеткен дұрыс.



1.2-сурет. Термограмма бойынша тоқтатылған ұңғыманың құрғатылатын аралықтарын бөліп көрсету

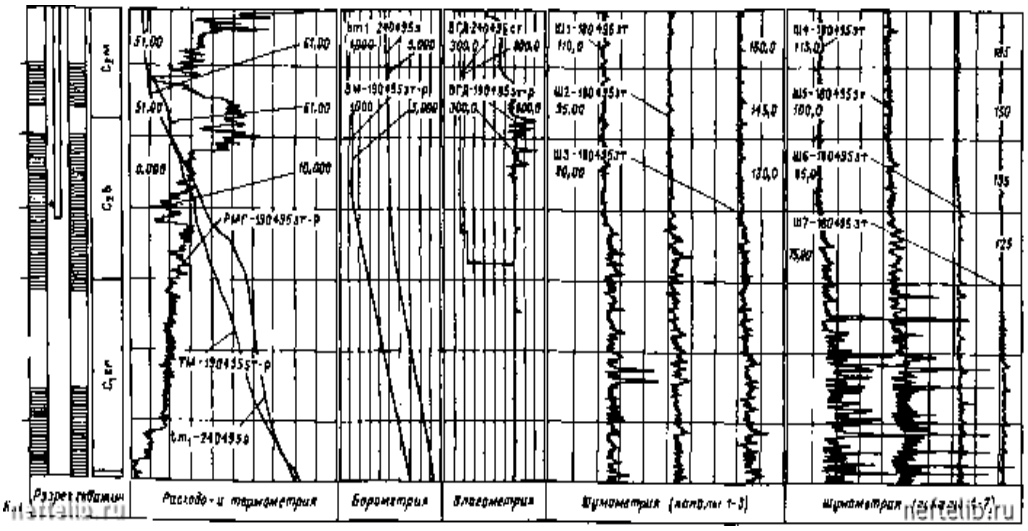
Мысалы, 6.12-суретте көрсетілген жағдай үшін тиімді түзетілім B, D, F, J нүктелерін B’, D’, F’, J’ нүктелерімен, ал A, C, E, G нүктелерін A’, C’, E’, G’ нүктелерімен қиылыстыру болады, яғни кедергіш-әсердің есебінен салқындаған құрғату интервалдары өзінің геотермиялық температурасын құрғату интервалдарынан тыс интервалдарға қарағанда баяу қалпына келтірген кездегі гипотезалық жағдайды қайта жаңғырту.

Ескертетін жағдай, жалпы жағдайда ұңғыма төңірегіндегі жыныстардың теріс температуралық аномалия мәні (-Δt) құрғату интервалдарында $-\Delta t_{ном}$ (құрғақ газдан) нөлдік, тіпті оң мәнге (қатты суландырылған қабат кезінде) дейін өзгеруі мүмкін. Дегенмен, $\Delta H_{др}$ қателіктің ұлғаюынсыз, Вуктыль МГКК ұңғымасына $T_{тоқ}$ түзетулер енгізуі кезінде барлық құрғатылатын қабаттарға арналған бірдей номиналды мән қолдануға болады – Δt:

$$-\Delta t=\Sigma_{ном}\cdot\Delta p,$$

мұндағы $\Sigma_{ном}$ – Джоуль-Томсонның номиналды мән коэффициенті (ВМГКК үшін $\Sigma_{нөм}$~4,0ºС/МПа); Δp – $p_{ст}$ – $p_{дин}$ – берілген ұңғыманың барлық $H_{др}$ мәні үшін бірдей депрессия.

$\Delta t_{ном}$ бойынша тоқтатылған ұңғыманың термограммасын түзету әдісін 158-ВНГКМ (УКПГ-8 тәжірибелі аймағы) өндіруші ұңғымасының мысалында суреттейік. 1.3-суреттегі шолу планшетінде көрсетілгендей, ЗТ бойынша іріктеу режимі тұрақты емес екендігі анық, оны 5-барограммадағы теріс градиент аймағы мен 7-влагограмманың сипатынан байқауға болады. Сондықтан жалғыз ақпарат көзі (ең болмағанда құрғату интервалы жайлы) тоқтатылғаннан кейін 4 тәулік өткен соң түсірілген 3-ұңғыманың термограммасы болып табылады.



1.3-сурет. 158-Вуктыль МГКК ұңғымасына жүргізілген өндірістік-геофизикалық зерттеулердің нәтижелері (18-26.04.95, Q = 98000 м^3/тәу):
1 – РМГ-190495 эт-р; 2 – ТМ-190495 эт-р, -240495 ст; 4 – БМ, -240495 ст; 5 – БМ-190495 эт-р; 6 – ВГД-240495 ст; 7 – ВГД-190495 эт-р; 8 – 14-Ш$_1$-Ш$_7$-180495 эт

1.4-суретте зерттелініп отырған 158-ұңғыманың бөлінуіне алып келген таяу арадағы 254-тесілмеген бақылау ұңғымасының геотермограммасы болып табылатын ағымдағы 1-геотермограмма мен 3-термограмма көрсетілген 158-ұңғыма бойынша қосымша планшет келтірілген.

Планшеттен (6.15-сурет) байқағанымыздай, термограммадағы теріс экстремумдар 3: h_2=2795.7 м; l_2=51.65 ^{0}С; және h_3= 2911.1 м; t_3 = 54.86 ^{0}С – информативті, себебі алдыңғы іріктеу режиміндегі кедергіш-әсердің есебінен салқындатудың салдары болып табылады. Сонымен бірге, h_6= 3050 м; t = 57.76 ^{0}С – информативті емес, өйткені серпуховтық түзілімдер флюидтерді іріктеудің есебінен температураның квазиадиабатикалық төмендеуімен түсіндірілетін геотермограмма экстремумының аналогы болып табылмайды. 2937,7-2938,5 м аралығында температураның 56,35 ^{0}С-тан 56,48 ^{0}С -қа көтерілуіне келер болсақ, тоқтатылған ұңғыма режиміндегі судың деңгейімен байланысты болғандықтан ол да информативті емес (6.14-сурет).

3-термограммаға түзету енгізуді 2 кезеңде жүргізген дұрыс.

1-кезең – 2937,7-2938,5 м аралығындағы информативті емес аномалияны жою. Ол үшін 6.15-суреттің сол жақ бөлігінде 2760-2937,7 м аралығында нөлдік абсцисса, 2938,5 м тереңдікте 0,13 ^{0}С абсцисса және 3093 м тереңдікте нөлдік абсциссаға ие 4 қосымша диаграммасы есептелініп салынады. 3 пен 4-диаграммалардың абсциссаларын алгебралық қосудың нәтижесінде 2937,7-2938,5 м аралығында аномалия болмайтын нөлдік 2-диаграммасын алатынымыз анық. 1.4 -суретке графикалық түрде 4-диаграмманы салғаннан кейін, ГЕККОН жүйесіндегі «Диаграмманы нүктелер бойынша салу» опциясында ұқсас диаграмма салынады, содан соң «ГЕОФИЗ» жүйесіндегі «Калькулятор» опциясында 3-диаграммамен қосылады.

2-кезең – 1-геотермограммаға қатысты 3-термограмманың орнын түзету. Ол үшін 1.3-суреттегі планшеттің барограммалары бойынша Δp депрессиясын анықтау қажет, содан соң $-\Delta t = -\sum \Delta p$. Берілген жағдайда, 5-барограмма су деңгейінен жоғары көрсетпейді, сондықтан депрессияны су деңгейіне қарай қысым айырмасымен есептеу керек болады, оның орташа мәні Δp= 1,0 МПа-ны құрады (депрессия мәні динамика мен статикадағы су деңгейінің әртүрлігі салдарынан төмендетілген, дегенмен түзету мақсатында оны ескермеуге болады).

Сонымен, түзетудің нәтижесінде екі информативті экстремумдар геотермдерден $\Delta t_{нөм}$= -4,0·1,0= - 4ºС мәнге артта қалуы керек, ал температура 2760 және 3093 м аймақтарда геотермиялық температурамен сәйкес келуі керек. Мұндай түзетулерді жасау үшін 5-қосымша диаграммасының абсциссалары болуы қажет (тірек нүктелері):

$$h_1=2760 \text{ м} \rightarrow +2{,}62\ ^0\text{С};$$

$$h_2=2795{,}7 \text{ м} \rightarrow -0{,}74\ ^0\text{С};$$

$$h_3 = 2911{,}1 \text{ м} \rightarrow \ -1{,}4°C;$$

$$h_7 = 3093 \text{ м} \rightarrow \ +1{,}23°C.$$

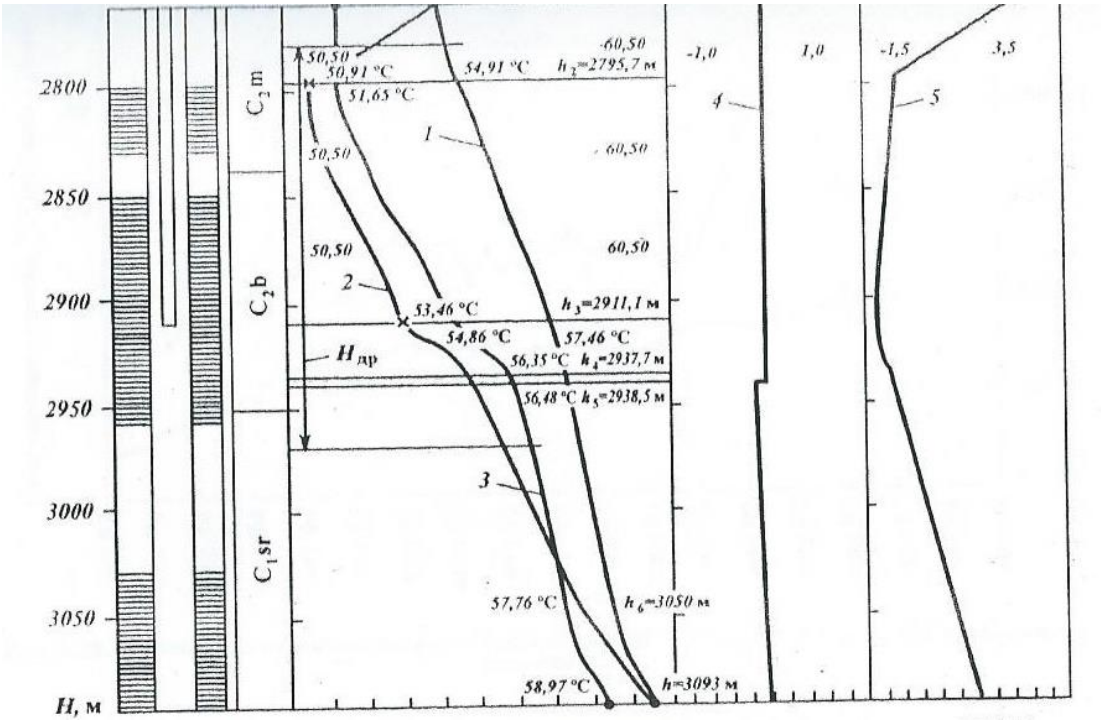
5-қосымша термограмманы 2-термограммамен біріктіру геотермограммаға қатысты $-\Delta t_{\text{ном}}$ бойынша түзетілген термограмманы береді (оған 04.95 ж. тоқтатылғаннан кейін 4 тәулік өткен соң статика режимінде түсірілген термограмманы білдіретін ТМО495 ст4с-кор стандартты аты берілген).

Одан кейін стандартты әдісті қолдана отырып, 2-термограмманың $H_{\text{др}}$ (2782-2969 м) құрғату интервалының төбесі мен табаны болып табылатын 1-геотермограммаға конгурентті, бірақ одан -1/2Δt= -2``С-ға (1.4-суретте тек бұл қисықтың үзінділері ғана көрсетілген) кейін қалған қисық сызықпен қиылысқан нүктесін табамыз.

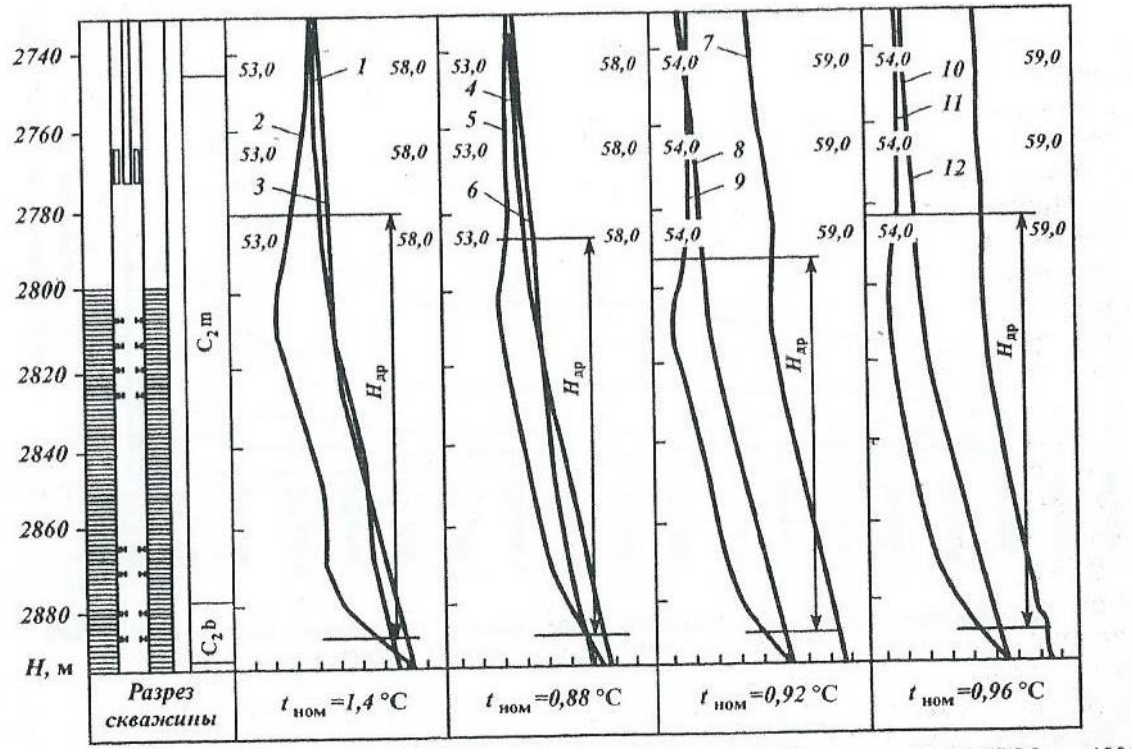
Сонымен, тұрақты емес іріктеу режимінде жұмыс жасайтын ұңғымалар үшін де негізгі параметрлердің бірі – құрғату интервалын анықтауға болады. Соның ішінде, 1.4-суреттегі планшеттен байқағанымыздай, 158 ВНГКМ ұңғыма тілімінде мәскеулік және башқұрт түзілімдерінің табандары құрғатылады.

Екінші мысал ретінде 1.5-суретте 133-ұңғыма бойынша 1992-1997 жж. жүргізілген зерттеулер бойынша тоқтатылған ұңғыманың термограммасы көрсетілген планшет келтірілген. Бұл суреттен көріп тұрғанымыздай, термограммалар 4-геотермограммаға қатысты әртүрлі орындарға ие, дегенмен $-\Delta t_{\text{ном}}$ бойынша түзетулерден кейін 2808,6 және 2880,6 м тереңдікте құрғату интервалдарын бөліп шығару мүмкін болады, оларды бөліп қою қалыңдық бойынша 8 %-дан аспауы керек. Берілген жағдайда аталған тереңдік белгілері түзетілім үшін 3-диаграммадағы жоғарғы және төменгі экстремумдардың 2807-2825 және 2880-2892 м құйылу интервалдарымен сәйкестігі бойынша таңдалған.

Айдаушы ұңғымаларда аталған әдісті қолдана отырып сіңіру интервалдарын бөліп алу құрғату интервалдарына қарағанда бір мәнді болады, өйткені, айдау интервалдарынан тыс тоқтатылған ұңғыма термограммасында айдалатын ағынмен негізделетін құрауыштар жоқ. Осы уақытта өндіруші ұңғымаларда ағын интервалдарынан тыс, ағын интервалында дроссель-эффектіден болатын құрауыштар міндетті түрде болады.



1.4-сурет. Вуктыль МГКК 158-ұңғымасы бойынша термограммалар түзетілулерінің нәтижелері:
1 – ТЕРГ-94-25-158р; 2 – ТМО-495ст4-кор; 3 – ТМ-240495ст; 4 – ТМ-495всп2; 5 – ТМ-495всп2



1.5-сурет. Вуктыль МГКК 133-ұңғымасы бойынша термограммалары түзетілуінің нәтижелері 1992-1997 жж., салыстырмалы геотермограммалар шамалары $t_{ном}$:
1 – ТЕРГ-94-254-13-р; 2 – ТМО-392ст1с-кор; 3 – ТМ-220932ст; 4 – ТЕРГ-94-264-133-р; 5 – ТМО-594ст1-кор; 6 – ТМ-270584ст-т; 7 – ТМ-181196ст-р; 8 –ТЕРГ-34-254-133-р; 9 – ТМ-1196ст3с-кор2; 10 – ТЕРГ-694-254-133-р; 11 – ТМ-231037ст-р; 12 – ТМ-1097ст-кор3с

Интервалдарды бөліп алу әдісі сынақ жұмыстары барысында көптеген тексерулерден өтті және Вуктыль НГКМ зерттеулерін бақылау үшін, сондай-ақ қабатқа құрғақ газбен әсер ету барысында айдаушы және өндіруші ұңғымалардағы арнайы зерттеулерде кеңінен қолданылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Нурсултанов Г.М., Абайылданов Қ.Н. «Мұнай мен газды өндіріп, өңдеу»

[2] Х.А.Қалабаев «Методикалық нұсқаулар» Алматы. ҚазҰТУ, 1992

[3] Х.А. Калабаев Методические указания к выполнению организационно – экономической части проектов для студентов специальности “Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений ” Алма – ата 1992 год.

[4] Ж.И. Тяжин “Охрана труда в дипломных проектах” Алма-ата 1989 г.

[5] Справочник «Пожарная опастность веществ и материалов» - И.В. Рябов. г. Москва. изд. «Химия». 1970 г

[6] Журнал «Нефтегазовая вертикаль», №13/14, - 2013. – С.58-61

[7] Инструкция по безопасному ведению работ при разведке и разработке нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений с высоким содержанием сероводорода и других вредных и агрессивных веществ» 1982г. Утверждена Госгортехнадзором и постановлением коллегии №16 от 17.06.82г

[8] Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности г.Алматы 1995 г.

Нурбекова К.С., Турсымбекова З.Ж., Касымова А.К.

Схема подготовки перевозки продукта для вытеснения углеводорода

Аннотация. В статье дается понятие о воздействии термическим методом на пласт с целью повышения нефтеотдачи пластов и описывается особенности применения парагенераторов во время вытеснения нефти при помощи пара.

Ключевые слова: термические методы, нефтеотдача пластов, парагенераторы, нагнетательные скаважины, вязкость, сетка скважин, флюид, деэратор, тепловой фронт.

УДК 551.24:553.98(571.56)

P.S. Yeskendir, R.B. Baymakhan
(Kazakh National Women's Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan)
e-mail: perizat.eskendir@mail.ru

FORECASTING STRONG EARTHQUAKE-PRONE AREAS OF ALMATY AND SURROUNDING AREAS ON STRONG EARTHQUAKES

Abstract: This article is dedicated to forecasting and mapping areas of possible severe destruction of the soil layers of the city of Almaty, especially by creating a model of computer mathematical research to reduce the destruction and huge human losses of cities and settlements in the most densely populated South–Eastern regions of Kazakhstan, subject to strong earthquakes.

To date, the Institute of seismology is developing a new map of the seismic microdistrict for the city of Almaty. A map of the seismic impact in the vicinity of the Northern Tien Shan was made by employees of the Institute of seismology more than 30 years ago, using elliptical functions, Professor M.E. Eskaliev, using numerical methods, Professor R. B. Baymakhan.

Today, we have developed more advanced accurate maps of the city of Almaty and the surrounding area, predicting the areas most susceptible to seismic shocks in the most dangerous earthquake with an expected magnitude of m≈8.5÷9.2. Intensity I shows a strong, energetic characteristic of an M-earthquake that has started to be reported in recent years, if a value indicating a previously formed vibration.

Keywords: seismic neighborhoods, impact map, map, especially dangerous earthquake, magnetic intensity, foundation, magnitude.

П.С. Ескендір, Р.Б. Баймахан
(Қазақұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан)
e-mail: perizat.eskendir@mail.ru

КҮШТІ ЖЕРСІЛКІНІСІНДЕ АЛМАТЫ МЕН ТӨҢІРЕГІНІҢ СЕЙСМИКАЛЫҚ СОҚҚЫҒА ҚАТТЫ ҰШЫРАЙТЫН АУДАНДАРЫН АЛДЫН АЛА БОЛЖАУ

Түйіндеме. Бұл ғылыми зерттеу жұмысы Алматы қаласы орналасқан Солтүстік Тянь-Шань өңіріндегі жер литосферасында әлі күнге дейін жүріп жатқан неотектоникалық процесстерді механика-математикалық әдістер арқылы моделдеп кернеу–деформация заңдылықтарын анықтап барып алдағы аса күшті жерсілкінісінде қатты соққыға ұшырайтын аудандарын алдын ала болжау арналған. Ю.Ризниченконың соққылық теориясы сейсмикалық микроаудандау карталарын толықтыратындықтан міндетті түрде қолданылатыны құрылыс салу заңдарында бекітілген. [3]

Бүгіндері Алматы қаласы үшін сейсмикалық микроаудандаудың жаңа картасын жасау жұмыстарымен сейсмология институты айналысады. Ал сейсмикалық соққылық картасын Солтүстік Тянь–Шань төңірегі үшін сол кездердегі сейсмология институтының қызметкерелері бұдан 30 жылдай бұрын, эллипстік функцияларды пайдалана отырып профессор М.Е.Есқалиев, сандық әдістерді пайдаланып профессор Р.Б. Баймаханов жасаған болатын. [1]

Біз бүгіндері ең алдымен алдағы күтілетін магнитудасы $M \approx 8{,}5 \div 9{,}2$ дейін жететін аса қауіпті жер сілкінісі кезінде Алматы қаласы мен төңірегінің сейсмикалық соққыға көбірек ұшырап қирайтын аудандарын алдын ала болжап, оның анағұрлым жетілдірілген нақты карталарын жасадық. Қарқындылық I бұрыннан қалыптасқын дірілді көрсететін шама болса соңғы жылдары хабарлана бастаған магнитуда M –жерсілкінісінің күштілік, энергиялық сипаттамасын көрсетеді. [6]

Кілттік сөздер: сейсмикалық микроаудандау, соққылық картасы, карта, аса қауіпті жер сілкінісі, магнитудалық қарқындылық, іргетас, магнитуда.

Ғылыми зерттеу жұмысының мақсаты. Қазақстанның аса күшті жерсілкінісіне ұшырайтын халық ең тығыз қоныстанған оңтүстік–шығыс аймақтарындағы 3 000 000-ға таяу халқы бар қалалар мен елді мекендердің қирап бүлінуі мен орасан зор адам шығындарын азайту мақсатында компьютерлік математикалық зерттеу моделін жасау арқылы әсіресе Алматы қаласының топырақ қабаттарының қатты қирап бүлінуі мүмкін аудандарын алдын ала болжап, оның карталарын жасау.

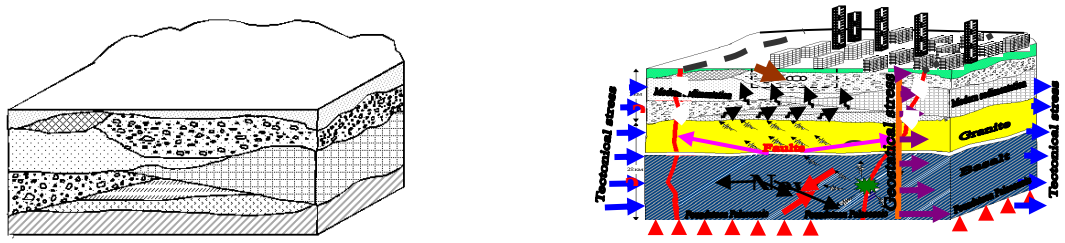
Зерттеу мәселелері. Топырақ–іргетас–ғимарат жүйесінің күрделі кернеулік күйі геостатикалық, тектоникалық және гравитациялық күштердің біріккен әсерлері ескеріліп зерттелді.

Алматы қаласындағы магнитуда бойынша қарқындылығы $M \approx 6$, $M \approx 7$, $M \approx 8$ және $M \approx 9$ – ға дейінгі сілкініске ұшырайтын аудандарының сейсмикалық соққыға ұшырау изолинияларының жаңа картасы қала төңірегіндегі елді мекендерді де қоса қамтып жасалады.

Ғылыми–практикалық жаңалығы. Алматы қаласының литосфералық топырақ пен тау жыныстарының құрылымы палеозой іргетасына дейін қоса моделденді

Магнитудалық қарқындылығы $M \approx 9$ дейін жететін алдағы мүмкін деген аса күшті жерсілкінісі үшін бүгінгі таңдағы ғылымға аса қажет болып отырған Алматы қаласы мен төңірегінің сейсмикалық соққылық картасы қазір қолданыла бастаған магнитуда - M мен қатар Рихтер бойынша қарқындылығы 6, 7, 8, 9, 10 баллдарды түгел қамтылып жасалды. Нәтижелер Алматы қаласында бұдан былай салынатын зәулім ғимараттар үшін сейсмикалық соққыға азырақ ұшырайтын аудандарды анықтауға көмектеседі.

Алынған нақты ғылыми нәтижелер. Нақты Алматы қаласының территориясының геотектоникалық 3D моделін алғаш рет профессор Р.Б. Баймаханның еңбектерінен кездестірдік, 1а–сурет. Ол моделдің біз толықтырып, жетілдірген бүгінгі кейпі 1б суретте көрсетілгендей. [1]



а б

1-сурет. Алматы қаласы территориясының геологиялық қабаттарымен гравитациялық және тектоникалық күштерінің бағыттары:
а – Р.Б. Баймахан жасаған алғашқы модел; б – эерттеп жетілдірілген бүгінгі 3D моделі

Оңтүстік нүктесі Медеу болса, солтүстігі Боралдаймен аяқталған. Автордың мұндағы мақсаты бүгінгі Алматы қаласы екі таудың арасындағы синклиналдық сай – шұңқырға үштік кезең мезозой дәурінен бері түрлі тау жыныстары мен топырақ қабаттарының шөгінділерімен толып жабылған көлбеу беткейге орналасқанын түсіндіру екенін аңғару қиын емес. Екі таудың аралығы дегеніміз, біреуі осы – өзіміз күнде көріп жүрген кәдімгі Алатау шыңдары болса, екішісі Боралдай таулары. Бүгіндері ол екінші тау шыңы жел –шаң, ғарыштан келіп жатқан шаң топырақтармен 60 000 000 жыл ішінде толып көміліп қалған осы Боралдай. Ол жерде көне тау шыңының ұшар басы жер бетінде түрде тастақтар түрінде әлі де көрініп жатыр. [7]

Суретте ең астында палеозой іргетасы, одан соң үштік кезең – палеоген мен неоген дәурінің тау жыныстары және үстіңгі жағында төрттік кезең, яғни Іле Алатауының Солтүстік етегін [1]

Біздің бұл ғылыми зерттеу жұмысындағы басты мақсатымыз – бара бара жайылып төңірегіне де шарықтап аспанға да ұмтыла салынып жатқан зәулім үйлердң алдағы күтіліп отырған аса қарқынды жерсілкінісіне азырақ ұшырайтын аймақтарды көрсететін сейсмология институты жасап жатқан сейсмикалық микроаудандау карталарын басқа қырынан толықтыратын сейсмикалық соққылық картасын жасау. Оның ғылыми негізін алғаш қалаған Ю.Ризниченконың ұсынысы бойынша мұндай картаны пайдалану құрылыс ұйымдары мен компанияларына міндетті түрде қолданатындығы заңмен бекітілген. Бізде Қазақстан жағдайында бұл мәселені алғаш рет профессор М.Е. Есқалиев бастаған болатын. Оның ерекшелігі Ю Ризниченко сейсмикалық соққылық ауданын шеңберлер түрінде көрсетсе М№ Есқалиев эллипстер түрінде көрсетті. Шын мәнінде сейсмикадық соққы шеңбер түрінде де емес, эллипс түрінде де емес кез – келген қисық сызықтармен жүреді ғой. Сондықтан ондай картаны осылай табиғи күйінде бейнелеуді алғаш рет Р.Б. Баймахан ұсынды. Ол үшін ол математикалық сандық шекті элементтер әдісін қолданды. [1]

Қаланың түрлі бөгінде кездесетін топырақтардың құрылымдары сан алуан. Мысалы Үлкен Алматы, Ксентай, Кіші Алматы өзендерінің маңайларына жаұындаған сайын қиыршыұ тасты (галечники) топырақтар жиілей бастайды. Лардың аралықтарындағы топырақтарда түрлі тереңдіктерде қойтастардың (валундар) түрлі өлшемдері түрлі тереңдіктерде көбірек ұшырасады.

Олар миллиондаған жылдар ішінде мыңдаған рет қайталанған су тасқындары кезінде таулардан жұлып, ағызып әкелулерден пайда болған. [7]

Сонымен қаланың беткі жер бедерінде кездесетін топырақ құрамдары төмендегідей.

Тас топырақ (11а-сурет). Тас топырақтың (түйіршіктерінің байланыстары қатаң тау жыныстары) қасиеттерінің бір ерекшелігі-ол өте берік және қатпайды. [4]

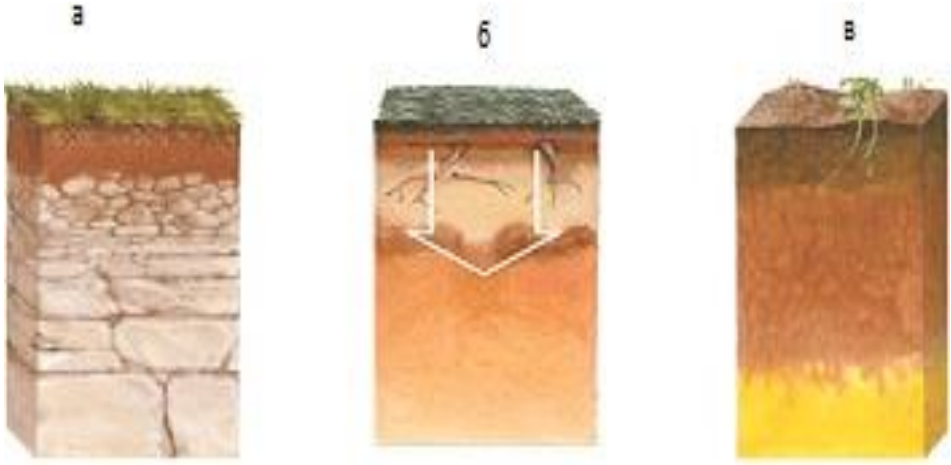
Ірі қиранды топырақ (2.а-сурет)**.** Ірі қиранды топырақтардың (тастардың сынықтары, қиыршық тастар) негізгі қасиеттері – сапасы мен беріктіктері өте жоғарылығында [4]

Құмдақ топырақ (2.б-сурет)**.** Құм суды жақсы өткізіп, тығыздала алады. Түйіршіктерінің шамаларына қарай құмдақ топырақтар мынадай түрлерге бөлінеді:

- Түйіршіктерінің өлшемдері 0,0005 тен 0,05 мм дейінгі аралықта болатын шаңды құм;
- Түйіршіктерінің өлшемдері 0,1мм ұсақ құм;
- Түйіршіктерінің өлшемдері 0,1-1мм болатын орташа құм;
- Түйіршіктерінің өлшемдері 1,0-0,25мм болатын ірі құм;
- Түйіршіктерінің өлшемдері 0,25-5мм болатын қиыршық құмдар.

Шаңды құмның беріктігі төмендеу болады да ұзақ жылдар бойы шөгеді. [4]

Сазды топырақ түрлері (2.в-сурет)**.** Сазды топырақтардың бір ерекшеліктері – олар суөткізгіштікті азайтып, жақсы тығыздлады, соныме бірге суықтан қатайғанда көлемін ұлғайтып күпсінеді. [4]



2-сурет. Топырақ түрлерінің суреттік кескіндері:
а–тас және қиранды топырақтар, б–құмдақ топырақтар, в–сазды топырақтар.

Саздақ және құмдақ топырақтар (Суглинки и супеси) —Саз және құм топырақтардың ортасын алып жатыр. Саздың мөлшері 10 нан до 30% — дейінгі аралықта болса, онда ол **саздаққа** жатады да, ал егер саздың құрамы одан да төмен болса, онда ол **құмдақ** топыраққа жатады. [6]

Сазды топырақтар—ылғалдылық кезінде илемді күйде болатын байланысты топырақтар. Мұндай топырақтар сығыла да шайыла да алады, және суықтан катқанда күпсіне (ісіне) алады. [6]

Сарғыш және сарғыштау топырақтар (Лёссы и лёссовидные грунты) түзілімдік байланыстары берік келетіндіктен құрғақ күйінде орнықтылау келеді. Бірақ ылғалданғанда ол байланыстар үзіліп, топырақ салмақ әсерінен отырады. [4]

Шымтезек(Торф) сазды немесе құмайт топырақтың өсімдік қалдықтарынан құрылады, баяу шөгуімен және қатты қысылатындығымен сипатталады.

Құрылымдары тығыздау болып келетін топырақ түрлері негізінен сазды, құмдақты, іріқиранды, тастопырақты және үйінді топырақты болып келеді.

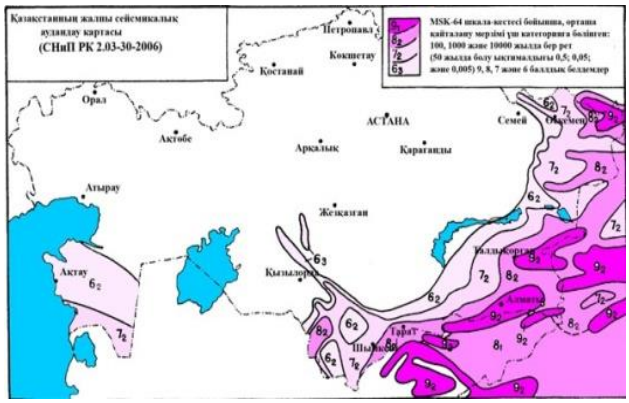
Алматы қаласының территориясында кездесетін кейбір құмдақ топырақ түрлері туралы мәліметтер 1-кестеде келтірілген

1 – кесте. Құмдақ топырақ түрлері

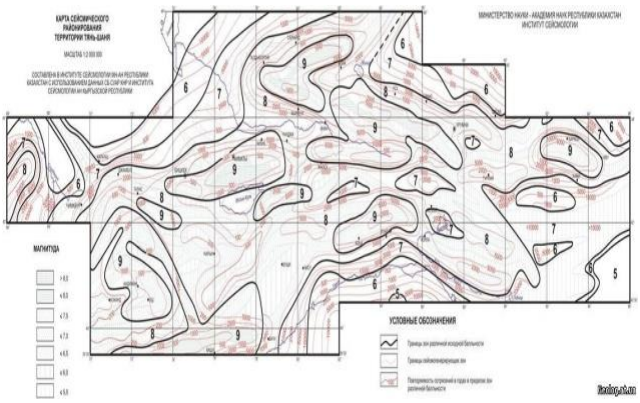
Топырақ түрлері	Құрғақ топырақтың массасынан бөлшектерінің ірілігі % құрайды
Қиыршық тасты құм	Бөлшектерінің массасы 2 мм ден ірі 25% дан астамын құрайды
Ірі құм	Бөлшектерінің массасы 0,5 мм ден ірі 50% дан астамын құрайды
Орташа құм	Бөлшектерінің массасы 0,25 мм ден ірі 50% дан астамын
Ұсақ құм	Бөлшектерінің массасы 0,1 мм ден ірі 75% дан астамын құрайды
Шаңды құм	Бөлшектерінің массасы 0,1 мм ден 75% дан кем келеді

Біздің мақсатымыз енді осы моделді табиғатта жүріп жатқан түрлі сейсмологиялық, тектоникалық прцесстер мен Алматы қаласының гелогиялық құрылымы, топырақ қабаттарының геологиялық құрылымдарын мейлінше дәлірек анықтап барып сейсмикалық сооққылық картасын әрі қарай жетілдіре отырып жаңдан жасау.

Сейсмология институты ұсынған Қазақстан Республикасының сейсмикалық аймақтарының карталары (2 және 3-суреттер)



3-сурет. –Түрлі түстермен 6-9 баллдық жерсілкінісі айқтарын көрсетілген. Қара нүктелер біз математикалық модель жасап соққылық (сілкініс емес) аймақтарын табуға дайындаған аудандар



4-сурет. –Сейсмология институты ұсынған Қазақстан Республикасының жерсілкінісі аймақтары

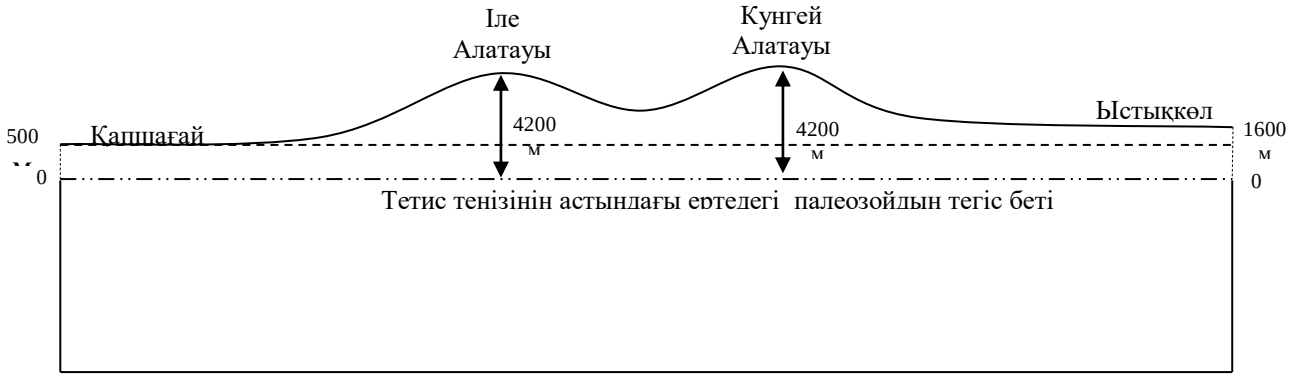
Бүгінгі Алматы қаласының геологиялық кезең бойынша ертедегі палеозой дәуірен бергі үштік кезең яғни меозой дәуінен бергі 60 000 000 жыл бұрын планетадағы Тетис теңізізің түбі болғаны геологилық мәліметтерден белгілі. Оған дәлел Памир тауларының биік шыңдарында балықтардың сүйек қаңқалары табылып жатқандығы бір дәлел болса, екінші дәлел өзіміздің кәдімгі Каратаудың жоталарында әлі зерттелмей жатқан түрлі моллюскалардың миллиондаған қалдықтары дәлел іспеттес. Сонымен адыңғы бөлімде айтылған механика математикалық бөлімі бойынша зерттеліп табылған көне дәуір мезозойдан бергі 60 000 00 миллион жылдан бергі Алматы қаласының қалыптасып отырған бүгінге дейіінгі бейгесі бейнесі біздің зерттеуміз,бойынша төмендегі 8 – сурете Мелдеуле бастап Бұрындай бағытына(себебі екінші таудың ұшар басы болып отыр ғой) біздің зерттеулер нәтижесіндегі пайымдаумыз бойынша төмендегі 1- суретте көрсетілгендегідей [8]

Мен енді барынша қысқартып, Алматы қаласының территориясының мезозойдан бергі яғни 60 000 000 жылдық деформацияға ұшырау тарихын сіздердің назарларыңызға ұсынайын. Қысқартып айтқанда олардың геологиялық және механикалық кескіндері төмендегідей.

Енді нақты нәтижелерді – деформация және кернеу эпюралары түрінде көрсетейік. Төмендегі суретте Солтүстік Тәңір Тауларының осыдан 570 миллион жыл бұрынғы ккне палеозой дәуірінен бастап біздің заманымызға дейінгі тектоникалық қысымдардан көрілуінің бейнесі көрсетілген. Ірі пунктир сызықпен белгіленген биіктік палеозой дәуіріндегі қазіргі Қапшағай мен Ыстықкөлдің орны, ол кезде Тетис теңізінің астындағы тегіс тегіс жер беті болған. Оның үстіндегі ұсақ пунктир сызығы тегіс жер

бетінің Қапшағайдың бүгінгі деңгейіне дейін көтерілгенін көрсетеді. Орасан зор тектоникалық қысымдарға шыдамаған екі орта тегістігі бұзылып, дүмпиіп көтеріліп, қазіргі Іле және Кунгей олардың тасасында көрінбей тұрған Теріскей Алатауларының бүгінгі бейнесін, көк аспанға қарай қанша шақырымға көтерілгенін көреміз. 2400метр биіктікке көтерілуі ертедегі палеозой дәуірінен басталған. [9]

Плиталар мен блоктаға түсетін тектоникалық күштердің шамалары мен бағыттары ондаған, жүздеген миллион жылдарға созылған ертедегі палеозойдан бастап палеоген, неоген дәуірлерінде астрономиялық тағы басқа ғарыштық факторларға байланысты өзгерістерге ұшырап отырғаны сөзсіз. Ол өзгерістерді қалпына келтіру әзірше мүмкін емес. Себебі Жердің полярлық кіндігінің неше рет бұрылғанын, тіпті ауысып кеткендерін әзірше білмейміз. Әзірше бір ғана факт шындық. Ол 1-бөлімдегі 1.5-суреттегі жер шарындағы тектоникалық кернеулердің анықталған бағыты бойынша Солтүстік Тәңір Тауларына тектоникалық қысым екі бүйірден біріне бірі қарсы қысып тұр. Сондықтан да біз беті теп-тегіс (көне палеозойға сәйкес келетін) есептік облысқа екі бйірден қысым шамасын бергенімізде, төмендегі 4- суреттегі ортасы иіліп көтерілген деформациялану түрі, яғни Солтүстік Тәңір Тауларының бүгінгі бейнесі шыға келді. [7]



5-сурет. Іле және Күнгей Алатауларының Евразия мен Индостан плиталарының теке тіресінен екі бүйірлік тектоникалық қысым нәтижесінде ертедедегі палеозойдан бастап бүгінгі күнге дейін деформацияланып көтерілуінің реконструкцияланған бейнелері.

Зерттеу нәтижесінде есептеп табылған кернеулердің $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$ құраушыларының мәндері мен шамаларын, эпюралық кескіндерін келтірейік. Олардың мәндері бүкіл Солтүстік Тәңір Тауларының литосферасының жер бетінен бастап төмен қарай 28 шақырымдық тереңдіктері үшін 15007 элемент-зоналарда табылғанымен оларды түгелдей келтіру, көрсету мүмкін емес. Яғни алынған ғылыми нәтиже ұшан теңіз. Біздерге әсіресе қажеті жерсілкінісінің көздері-ошақтары болып табылатын геологиялық жарықтардағы кернеулер шоғырларының қайсы тереңдікте болып жатқанын білу. Сондықтан айтылған кернеу құраушыларының әрқайсысының шамалары көрсетілген эпюраларды келтірейік. [4]

Эпюралар қысымдық тектоникалық кернеулерге жатады. Солтүстік Тәңір Тауларында болған күшті жерсілкіністерінің каталогын талдасақ, жерсілкіністердің басым көпшілігі 10-25 шақырым тереңдіктерде пайла болады екен. Олардың ішіндегі ең көбірегі 15-18 шақырым тереңдіктерге сәйкес келеді екен. [5]

Алған нәтижелерімізге, олардың эпюраларына қарасақ біріншіден, тұтастай қарағанда кернеулер шоғырының жарықтардағы шамалары жер бетінен төмен қарай тереңдеген сайын өсе түседі. Екіншіден, кейбір тереңдіктерде кернеулердің бағыты қысушыдан созушыға ауысады екен. Ондай оқиғалар Алматы жарығының 10-24 шақырым, Іле жарығының 9-20 шақырым тереңдіктерінде байқалады. Іле жарығының оң жақ қабырғасы Іле Алатауының беткейімен қысылыс жағдайында тұрғандықтан, ондағы қысыушы кернеу шамасы да жоғары. Ал енді Алматы жарығының оң жақ қабырғасы 5, 10, 20 и 28шақырым тереңдіктерде созушы қысымдарға ұшырайды. [4]

Сол сяқты Шелек-Кемін және Ыстықкөл жарықтарындағы кернеулердің таралу заңдылықтары да көрсетілген.

Алматы жарығы. Кейбір тереңдіктерде опырушы жанама кернеулердің τ_{xy} шамасы тік құраушылар $\sigma_x, \sigma_y -$ дан асып кетеді. Ондай асушы басымдықтар 5, 17 және 19 шақырымдағы тереңдіктерде байқалады.

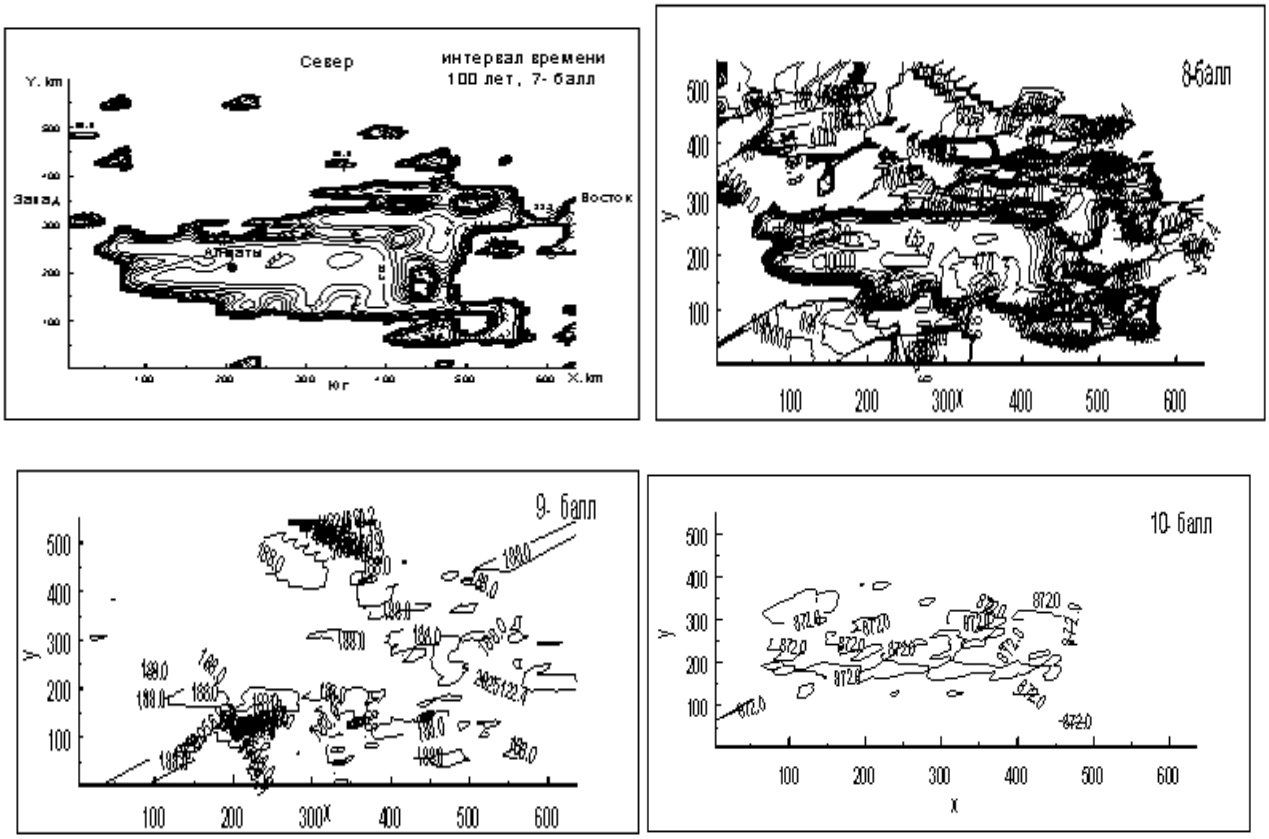
Шамамен 20шақырым тереңдіктен бастап жарық айқын қысым жағдайында болады. Бұл жерде гравитациялық-тектоникалық қысымның шамасы $\sigma_x = -48.3 Mna$ болады. [3]

Іле жарығы. Бұл жарықта опырушы кернеудің ең үлкен шамасы 7, 10, 17, 19 және 25 км тереңдіктерде байқалады. Бұл Солтүстік Тәңір Тауларында жерсілкінісі көздерінің жиі кездесетін тереңдіктері. Қысушы гравитациялық-тектоникалық қысымның ең үлкен шамасы 28 шақырым тереңдікте және оның мәні $\sigma_x = -73.8 Mna$ [3]

Шелек-Кемін жарығы. Мұндағы ең үлкен опырушы кернеу10,15,18, және 25 шақырымдарда байқалады. Тәңір тауларындағы бұрынғы сілкіністердің каталогына қарасақ ошақтардың көпшілігі осы тереңдікте екенін көреміз. Қысушы гравитациялық-тектоникалық қысымның ең үлкен шамасы 27шақырым тереңдікте және оның мәні $\sigma_x = -132.83 Mna$ [3]

Ыстықкөл жарығы. Бұл жарықтағы кернеулер шоғырының таралу түрлері Іле жарығындағы оқиғаларға ұқсастау. Бірақ ең үлкен опырушы $\sigma_x = -132.83 Mna$ кернеулері 9 шақырым тереңдікте екені байқалады. Бұ кернеудің өзге шоғырлану аймақтары 12, 16, 20 және 23 шақырым тереңдіктерден көрінеді. Ең үлкен қысушы гравитациялық-тектоникалық қысымның шамасы 22 шақырым тереңдікте және оның мәні $\sigma_x = -88.56 Mna$ [3]

Ғылми зерттеулерміздің нәтижелерін қысқаша тұжырымдасақ «SEYSMIKALYK SOKKY» атты арнайы бағдарлар кешенін құрып, алғаш рет сандық әдістер арқылы Алматы қаласы мен төңірегі үшін алдағы уақыттарда болатын аса күшті жерсілкінісі кезінде соққыға ұшырайтын аудандар болжанып, олардың нақты карталары жасалды. Сонымен қатар ірірек масштапта Солтүстік Тянь–Шанның Іле Алатауы, Алматы қаласы, Текелі, Жоңғар Алатауы, оңтүстік шығысында Балхаш, Солтүстігінде Астанаға дейінгі төңіректің қарқындылықтары $I \approx 7, 8, 9, 10$ үшін қайталану периоды 100 ден 1000 жылға дейінгі сейсмикалық соққылықтың 20 картасы жасалды. Бұл қысқа мақалада 100 жылдық период үшін ғана 4 картасын ғана көрсетіп отырмыз. [1]



6-сурет. Алматы қаласы мен төңірегінің қайталану периоды 100 жылдық қарқындылықтары $I \approx 7 \div 10$ жерсілкіністері кезінде соққыға ұшырайтын аудандарының жаңа соққылық карталары

Солтүстік Тянь-Шанның литосферасының топырақ және тау жыныстары қабаттарын компьютерлік технология көмегімен физикалық моделдеу үшін оның математикалық моделдеу параметрлері - физика-механикалық қасиеттері геологиялық, геофизикалық, тектоникалық, сейсмологиялық, ғарыштық мәліметтер мен ғылыми әдебиет көздерінен алынып жүйеге түсірілді.

Алматы қаласының территориясын математикалық моделдеуге қолданылған шекті элеметтер әдісінің алгоритмдері баяндалды.

Солтүстік Тянь-Шанның геодинамикалық есептерін шешу шекті элементтер әдісін қолдану үшін оның есептік нобайлары мен алгоритмдері жасалды.

Алматы қаласының астындағы қазіргі заманғы тау, топырақ түрлері жүйеленіп төмендегі төрттік кезең, үштік кезеңнің палеоген, неоген шөгінділері мен полеозойға дейінгі қабаттары қамтылан моделі жасалды.

Палеозой іргетасының кембр дәуірінен бастап соңғы плейстоценнің жалғасы болып келетін плейсценнің бүгінгі жағдайына дейінгі геологиялық дамуы математикалық моделдеу жолымен зерттелді. Солтүстік Тянь-Шанның жоғарғы литосфера қабатының тау көтерілуінің кезеңдерін түсіндіре алатын бүкіл геологиялық уақыттағы кернеулік деформация күйінің бейнесі реконструкцияланып қалпына келтірілді.

Алматы қаласы мен төңірегінің 6, 7, 8, 9, 10 қарқындылықтарға арналған қайталану периоды 1000 жыл және 5000 жылдар үшін сейсмикалық микроаудандау карталарын толықтыратын сейсмикалық соққы карталары жасалды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Баймахан Р.Б. Расчет сейсмонапряженного состояния подземных сооружений в неоднородной толще методом конечных элементов. Алматы, Даур, 2002. 230с.

[2] Шебалин Н.В. Замечания о преобладающих периодах, спектрах и очагах сильных землетрясений. В кн. Сейсмические исследования для строительства. –М., Наука, 1971.

[3] Сыдыков А., Стихарная Г.Г. Закономерности формирования очаговых зон сильных землетрясений в Джунгаро–Северо–Тянь–Шаньском регионе. ДАН РК, 2002, №1 –с.59–65

[4] 6.Курскеев А.К. Современная геодинамика и сейсмичность Центрально– Азиатского горного пояса // ДАН РК, 2002, №1 –с.51–58

[5] 7.Абаканов Т., Оспанов А.Б., Прошунина С.А. Сейсмическое микрорайонирование с использованием спектральных характеристик грунтов. // В кн.: “Теоретические и экспериментальные исследования строительных конструкции”. Межвузовский сборник научных трудов. –Алматы, 2001, –с.4-7.

[6] 1.Алиева А.М., Баймахан Р.Б., Кожогулов К.Ч. Анализ некоторых геодинамических процессов, происходящее в геотектонических разломах северного Тянь-Шаня. Журнал Наука Образование Техника №1(1), Кыргызстан, Ош-2009. с. 10-12.

[7] 12.K.Ch. Kojogulov & O.V. Nikolskaya, R.B. Baimakhan, G.R. Mirzakulova, A.V.Aliyeva, Yliasova, A.G. Tanirbergenov & N. Sakpanova, D. Chan. Peculiarities of Formation and Activation of Landslide Processes in Kyrgyzstan and Kazakhstan. Proceedings of International Conference on Performance-Based Design in Earthquake Geotechnical Engineering – Kokusho, Tsukamoto & Yoshimine, 15-18 june 2009, Tokyo стр.837-841.

[8] 13.Baimakhan R.B., Takishov A.A, Avdarsolkyzy S.A., Rysbayeva G.B., Altynbekov Sh, Aliyeva A.M., Kulmaganbetova Zh.K, Zhakashbayev B.Zh. The Problem of Controlling the Mountain Pressure when Underground Developing of Ore Depositis. 17th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (17th ICSMGE), Alexandrina, 5-9 October 2009.pp.1826-1828.

[9] Baimakhan R.B., Rysbayeva G.P., Dasibekov, A.D. , Seinassinova A.A., Salgaraeva G.I., Baimakhan A.R., Kojogulov,Ch. N.K., Moldakunova N. , Kurmanbekkizy Zh. Peculiarities of formation and activation of Landslide processes in region of Nortern Tien-Shan. The 14th Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Gewotechnical Engineering. Hong Kong, China, 23-27 May 2011. P173-174, ID293 DISK

Ескендір П.С., Баймахан Р.Б.

Прогнозирование сейсмоопасных районов алматы и окрестностей при сильных землетрясениях

Резюме: Настоящая статья посвящена прогнозированию и составление карт районов возможных сильных разрушений почвенных слоев города Алматы, особенно путем создания модели компьютерного математического исследования с целью снижения разрушений и огромных человеческих потерь городов и населенных пунктов в наиболее плотно заселенных юго–восточных регионах Казахстана, подверженных сильным землетрясениям.

На сегодняшний день разработкой новой карты сейсмического микрорайона для города Алматы занимается Институт сейсмологии. А карту сейсмического удара за окрестности Северного Тянь–Шаня сделали сотрудники Института сейсмологии более 30 лет назад, используя эллипсические функции. Сегодня мы разработали более усовершенствованные точные карты города Алматы и окрестностей, предсказав наиболее

подверженные сейсмическим ударам районы при наиболее опасном землетрясении с ожидаемой магнитудой m≈8,5÷9,2. Интенсивность I показывает сильную, энергическую характеристику М-землетрясения, которая начала сообщаться в последние годы, если величина, указывающая ранее образующуюся вибрацию.

Ключевые слова: сейсмическое микрорайоны, ударная карта, карта, особо опасное землетрясение, магнитудная интенсивность, фундамент, магнитуда.

R.Orumbayev, A.Kibarin, B.Bakhtiyar, M.Otynchiyeva
(Almaty University of Power Engineering and
Telecommunications, Almaty Kazakhstan.
E-mail: cmara03@mail.ru)

ECONOMICAL HOT WATER BOILER WITH CYCLONE CHAMBER

Abstract. The results of model and experimental work of a hot-water boiler with a cyclone chamber are presented. Reducing the temperature of the exhaust gases behind the boiler on three types of fuel, increasing the efficiency of the boiler and reducing the specific consumption of metal per unit of boiler power.

Keywords*:* Economical hot water boiler, efficiency, metal consumption, cyclone chamber, reduces emissions of solid particles.

Р. Орумбаев, А.Кибарин, Б. Бахтияр, М. Отынчиева
(НАО АУЭС, Алматы, Казахстан)

ЭКОНОМИЧНЫЙ ВОДОГРЕЙНЫЙ КОТЁЛ С ЦИКЛОННОЙ КАМЕРОЙ

Аннотация. *Представлены результаты модельных и экспериментальных работ* водогрейного котла с циклонной камерой. *С*нижение температуры уходящих газов за котлом на трех видах топлива, увеличение КПД котла и снижение удельного расхода металла на единицу мощности котла.

Ключевые слова: Экономичный водогрейный котёл*, КПД,* расход металла, циклонная камера, сокращает выбросы твёрдых частиц.

Водогрейные котлы используется в промышленно -отопительных котельных в качестве основных источников теплоснабжения и горячего водоснабжения жилых, промышленных зданий и сооружений. А также на ТЭЦ в качестве источников тепла для работы в основном и пиковом режимах.

В наши дни известны водогрейный газо-мазутный и твердотопливный котёл содержащий цилиндрическую топочную циклонную камеру и цилиндрический топочный экран, выполненный из цельносварных трубных панелей[1]. Коаксиальный наружный экран с параллельными трубами соединённых с коллекторами. Наружные теплоизолированные панели образующие с коаксиальным наружным экраном с параллельными трубами за экранный газоход. Циклонная топочная камера расположена под цилиндрической топкой и частично экранирована пережимом с отношением диаметра циклонной топочной камеры к диаметру пережима $D_{ц.т.к.}/D_{переж}$ = 1,25, с отношением высоты циклонной топочной камеры $H_{ц.т.к}$ к диаметру циклонной топочной камеры $D_{ц.т.к}$ как $H_{ц.т.к.}/D_{переж}$ = 1,27. Отношение диаметра коаксиального наружного экрана к внутреннему цельносварному топочному экрану для газомазутного котла составляет $D_{н.к.}/D_{в.т}$ = 1,08 ÷ 1,14, а отношение высоты топки $H_т$ к высоте циклонной топочной камеры $H_{ц.т.к}$ составляет $H_т/H_{ц.т.к}$ = 2,5 ÷ 3,7.

Существенным недостатком многих котлов большой тепловой производительности является большой удельный расход металла труб наружного экрана воспринимающего низко потенциальное тепло только своей проекцией и то, что при пылевидном сжигании низкосортных высокозольных углей или тяжёлого мазута в коаксиальном зазоре между наружным экраном и внутренним цельносварным топочным экраном ($D_{н.к.}/D_{в.т}$ = 1,14 ÷ 1,18) коксовые частицы догорают медленнее из-за «холодных» стенок труб и большой скорости потока. Так как температура «холодных» стенок труб наружного экрана и труб внутреннего топочного экрана определяются «низкой» температурой воды в трубах и лучистое тепло потока больше передается стенкам, чем расходуется на догорание коксового остатка частиц.

Экономичный водогрейный котёл с циклонной камерой обладает меньшим удельным расходом металла на единицу вырабатываемой мощности котла за счет стопроцентного использования

поверхностей стен труб внутреннего и наружного цельносварного топочного экрана. В новом водогрейном котле более 95% поверхности труб располагается в высокотемпературной зоне и только 5% поверхности труб обращены в сторону наружного ограждения стен выносного конвективного экономайзера в части с низкой температурой газов

Новый водогрейный котёл с циклонной камерой имеет меньший удельный расход металла на единицу мощности за счёт максимального использования поверхностей труб внутреннего цельносварного топочного экрана с наружным коаксиальным тепловым излучателем. В водогрейном котле более 95% поверхности труб, работающих под давлением, размещено в зоне с высокой температурной, а 5% поверхности труб размещены в конвективной части котла с низкой температурной и обращены в сторону наружного ограждения.

Гидравлическая схема котла с циклонной камерой обеспечивает только восходящее движение воды по всем трубам внутренней цилиндрической топки повышая надёжность котла. По трубам выносной конвективной части экономайзера, где температурный уровень газов ниже и составляет от 600 до 400С°.

Водогрейный котёл с циклонной камерой работает следующим образом.

По газо-воздушному тракту котла схема движения выполняется таким образом: природный газ, тяжёлый сернистый мазут или высокозольный низкосортный уголь с легкоплавкой золой и шлаком, с основным подогретым воздухом со скоростью до 35 м/с, для газа и мазута (70 – 80 %) и для низкосортного угля (75 – 85%) подаются в тангенциальные горелки и воздух в расположенные равномерно по периметру циклонной камеры, в которой происходит интенсивное горение с высокой температурой с номинальной тепловой форсировкой сечения циклонной камеры до $17{,}5\times10^6$ (Вт/м^2) которое предотвращает доокисление сернистого ангидрида SO_2 до серного ангидрида SO_3 и полностью устраняет образование серной кислоты в уходящих газах, при сжигании угля с легкоплавкой золой и шлаком высокая температура в объёме циклонной камеры и на стенках расплавляет золу и шлак [2,с.32].

Гидравлическая схема водогрейного котла с циклонной камерой при работе на природном газе, тяжёлом сернистом мазуте и низкосортном высокозольном угле с легкоплавкой золой и шлаком надёжно работает и в режиме в четыре хода воды, но с меньшим расходом воды через водогрейный котёл.

Водогрейный котёл нового поколения, содержащий цилиндрическую топочную циклонную камеру и топочный экран, выполненный из цельносварных трубных панелей, наружные теплоизолированные панели, горелки, за экранный газоход, отличающийся тем, что на внутренней стороне по периметру и высоте наружного теплоизолированного кожуха размещён металлический лист, а непосредственно сам кожух выполнен диаметром $D_{н.изл}$ по отношению к диаметру $D_{т.э}$ внутреннего цельносварного топочного экрана как $D_{н.изл}/_{.т.э}$ = 1,08 – 1,19, в нижней части цельносварного топочного экрана размещена циклонная камера с отношением диаметра верхнего выходного сопла – пережима $D_{пер}$ к диаметру циклонной камеры $D_{цк}$ как $D_{пер}/ D_{цк}$ = 0,7 – 0,85, с коническим днищем под углом 30 – 35 ° от горизонтали и с леткой диаметром $D_{летки}$ = (0,18 – 0,22)$D_{цк}$, причем все стенки циклонной камеры и нисходящие к летке трубы конического днища защищены огнеупорной обмазкой, а каждая пятая и до десятой трубы днища циклонной камеры отогнуты на 10° вверх только до горизонтали над днищем на высоту (0,075 – 0,085)$H_{цк}$ и соединены с нижним входным коллектором.

Данный вид котла обосновано тепловыми, аэродинамическими и гидравлическими расчётами водогрейного котла с циклонной камерой, с за экранным газоходом, с металлическим тепловым излучателем и выносной конвективной частью, расчёты основаны на экспериментах с подтверждением эффективного сжигания сернистых мазутов, высокую степень улавливания золы и шлака в пределах циклонной камеры углей с легкоплавкой золой и шлаком, высокую тепловую эффективность цельносварных экранов со 100% использованием поверхности труб и тепловыми излучателями, снижение температуры уходящих газов за котлом на трех видах топлива, увеличение КПД котла и снижение удельного расхода металла на единицу мощности котла.

Расчётами показано, что экономия расхода металла в заводской поставке по сравнению с водогрейным котлом серии ПТВМ-100 составляет порядка 45 тонн. Удельный расход металла водогрейного котла КВТК-100 при камерном сжигании угольной пыли составляет 5,73 т/Гкал, у нового цилиндрического в плане угольного котла с выносной конвективной частью (экономайзер - воздухоподогреватель) и пылевидным сжиганием угля составляет до 2,7 т/Гкал.

Новый профиль котла исключает применение конвективных пучков труб непосредственно над топочным пространством как у ПТВМ-100 или в опускной конвективной шахте вплотную к тыльной стенке котла как у КВ-ГМ-100 при сжигании природного газа и мазута, или КВТК-100 при камерном сжигании угля и больших концентрациях золы проходящих по трубам воздухоподогревателя и

обтекающих пучки труб экономайзера, которые создают эксплуатационные и ремонтные неудобства и увеличивают затраты на ремонт.[3,с.5] Установка выносного конвективного блока (экономайзер – воздухоподогреватель) при сжигании газа, мазута или низкосортного высокозольного угля с легкоплавкой золой и жидким удалением шлака и золы из циклонной камеры существенно сокращает выбросы твёрдых частиц, а межремонтный период и срок службы конвективной части увеличивается. Расположение выносного конвективного блока рядом с новым водогрейным котлом на небольшой высоте 3500 ± 700мм от пола котельной упрощает монтаж конструкции, а обслуживание, эксплуатация и ремонт более удобны.

ЛИТЕРАТУРА

[1] «Водогрейный котёл»: Инновационный Патент РК №31874 опубликован 28.02.2017, бюллетень №4

[2] В.Д. Галдин. Паровые и водогрейные котлы. Учебное пособие.- Омск . 2011.- 32 с.

[3] Р.К. Орумбаев, В.В. Сергеев, А.А. Кибарин, Ш.Р. Орумбаева, Т.В. Ходанова, М.С. Коробков. Повышение эффективности и надёжности башенных водогрейных котлов ПТВМ-100 . –Алматы.2018. -5 с.

Орумбаев Р., Кибарин А., Бахтияр Б., Отынчиева М.

Түйіндеме. Циклонды камерасы бар су жылыту қазандығының модельдік және эксперименталдық жұмыстарының нәтижелері ұсынылған. Отынның үш түрі бойынша қазандыққа кететін газ температурасының төмендеуі, қазандықтағы ПӘК-тің артуы және қазандықты жасауға жұмсалатын металл шығынын төмендету.

Түйінді сөздер: Үнемді су жылыту қазандығы, ПӘК, металл шығыны, циклонды камера, зиянды және металл қалдықтарының түтінмен ауаға шығарылуын азайту.

УДК 519.7

[1]A.A. Zeinullin, [2]B.Sh. Kulpeshov, [2]T.S. Mustafin
([1]Kazakhstan National Academy of Natural Sciences, Nur-Sultan, Kazakhstan,
[2]Kazakh-British Technical University, Алматы, Казахстан)

MODEL OF DETERMINING THE HARDENING PROCESS CLASS OF THE FILLING MATERIAL

Abstract. The paper proposes a method of solving the determination (forecast) problem of the development trajectory of the state of filling material in the presence of a priori information on the classification of past processes of state development. Proposed methodology applies to automated management systems and could be utilized during conduction of complicated objects predominantly with discrete character of technological cycle and also for solving classification and data analysis objects problems, situations, processes and facts of arbitrary nature, depicted signs, represented by time series.

Keywords: forecasting, filling material, safety, time series, pattern recognition.

[1]А.А. Зейнуллин, [2]Б.Ш. Кулпешов, [2]Т.С. Мустафин
([1]Казахстанская академия естественных наук, Нур-Султан, Казахстан, [2]Казахстанско-Британский технический университет, Алматы, Казахстан, E-mail: mustafintima@mail.ru)

МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЛАССА ПРОЦЕССА ТВЕРДЕНИЯ ЗАКЛАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА

Аннотация. Предложена методика решения задачи определения класса траектории развития состояния закладочного материала при наличии априорной информации о классификации уже прошедших процессов развития состояний процессов. Предложенная методика относится к автоматизированным системам управления и может быть использована при управлении сложными объектами преимущественно с дискретным характером технологического цикла, а также для решения задач распознавания и анализа данных объектов, ситуаций, процессов или явлений произвольной природы, описываемых динамическими признаками и представляемых временными рядами.

Ключевые слова: прогноз, закладочный материал, безопасность, временные ряды, распознавание образов

Введение. Распознавание образов, или классификация объектов (наблюдений, явлений, сигналов, ситуаций, процессов), является одной из наиболее динамически развивающихся областей

прикладной математики и кибернетики, что вызвано постоянными запросами практики, которая часто встречается в задачах с достаточно сложными процессами и явлениями. Излишнее стремление к точности стало оказывать влияние, сводящее на нет теорию управления и теорию систем, так как оно приводит к тому, что исследования в этой области сосредоточиваются на тех и только тех проблемах, которые поддаются точному решению. Многие классы важных проблем, в которых данные, цели и ограничения являются слишком сложными или плохо определенными для того, чтобы допустить точный математический анализ, оставались и остаются в стороне лишь по той причине, что они не поддаются математической трактовке [1]. Построенные математические модели являлись либо сложными, либо слишком простыми, что не позволяло получать приемлемые результаты. Поэтому в ряде случаях математическое моделирование является искусством, и качество моделей в значительной мере зависит от интуиции, мастерства и изобретательства их разработчиков. Одним из подходов решения такого рода проблемы математического моделирования является построение систем распознавания на основе накопленной информации [2].

В связи с расширением круга практических задач набор эвристических (некорректных) алгоритмов распознавания, информация для которых является плохо формализуемой, постоянно растет. Идея построения единой математической теории некорректных алгоритмов распознавания принадлежит Журавлеву Ю.И. и она нашла свое развитие в его работах [3], одной из которых является работа «Об алгебраической подходе к решению задач распознавания или классификации». В этих работах дано описание алгоритмов вычисления оценок и представлен алгебраический подход к построению моделей распознающих алгоритмов.

При условии существования априорной информации о классах указанный подход позволил решать ряд задач из множества плохоформализуемых.

В настоящей работе рассматривается метод, с помощью которого решается задача определения состояний динамических объектов при наличии априорной информации о классах.

Цель настоящей работы является разработка и исследование методов классификации динамических объектов и определения состояний сложных систем, при наличии априорной информации о классах, позволяющих определить вычислительные алгоритмы оптимальной классификации и прогнозирования, обеспечивающих устойчивость и требуемое качество процессов распознавания.

В рамках алгоритмов вычисления оценок предлагается подход к решению задач определения состояний сложных систем при наличии априорной информации о классах. В работе приведены обоснованные алгоритмы оптимального распознавания.

В 80е годы предпринимались попытки совместного рассмотрения распознавания образов и корреляционно-регрессионного анализа для решения задач социально–экономического содержания [4]. Было предположено, что для различных однородных групп одни и те же признаки влияют на целевую функцию, на целевой показатель в разной степени. Поэтому до применения аппарата регрессионно–корреляционного анализа следует на начальном этапе разбить данные на однородные классы и решать поставленную задачу отдельно для каждого такого класса. Эти попытки были плодотворными благодаря использованию методов распознавания образов, и они нашли применение в практических задачах - это задача классификации как необходимого предварительного этапа статистической обработки многомерных данных, это классификация в задачах оптимального регулирования и планирования, это задача классификация в задачах прогнозирования экономико–социологических ситуаций или отдельных показателей и т.д.

Успешное применение методов распознавания образов в задачах прогнозирования социально–экономических ситуаций или отдельных показателей дало основание распространить этот подход и на другие области знаний с учетом их специфики - предложено рассматривать разбиение на выбранном интервале развития процессов.

В работе предложена формализация задач распознавания траектории развития состояния закладочного материала, применяемого при разработке ряда месторождений полезных ископаемых, при наличии предыстории о классах развития состояний материала.

Содержательная постановка. При ряде разработок месторождений полезных ископаемых применяют системы разработок с использованием закладки [5] .

В горном деле процесс закладки определяют как заполнение закладочным материалом выработанного пространства, которое образуется в недрах земли в результате выемки полезного ископаемого. Закладочные материалами могут быть измельченные горные породы, и отходы

производства. Закладка бывает полной, если заполняется всё выработанное пространство, и частичной при заполнении определённой его части (в виде полос или слоев). В зависимости от способа транспортирования и укладки различают гидравлическую, пневматическую, гидропневматическую, механическую, самотёчную и ручную.

Применение закладки на горнодобывающих предприятиях вызвано обеспечением безопасного процесса ведения добычных работ, сохранением строений на поверхности земли, обеспечением безопасности и сохранения окружающей среды и т.д. С этой целью выработанное пространство заполняют закладочным материалом, который после достижения определенного состояния материала, должен выполнять функцию поддерживающих целиков.

Цели, преследуемые при использовании закладочного материала, зависят от предназначения. Закладка применяется для управления горным давлением, для снижения потерь и разубоживания добываемого полезного ископаемого при добыче, для предотвращения подземных пожаров, для уменьшения деформаций поверхности земли и для охраны объектов на земной поверхности от разрушения, повышения безопасности горных работ, улучшения проветривания подземных выработок, для уменьшения транспортных затрат.

Требования к свойствам закладочного массива могут быть разными и зависят от его назначения. Так, требования к закладочному массиву, предназначенному для предотвращения просадки земной поверхности и охраны тем самым зданий и сооружений намного выше и здесь особенно важно проводить прогноз его состояний закладки, чем в случаях, когда например, закладка выполняет функции заполнителя пустот в целях минимизации транспортных расходов и предотвращения разубоживания и потерь руды.

В зависимости от назначения и систем разработки месторождений применяются сухая, гидравлическая, твердеющая. Естественно отличаются свойства и способы их создания. При твердеющей закладке добавляют вяжущий компонент, что существенно повышает стоимость закладки, вследствие дороговизны вяжущего материала. Данный вид закладки намного превышает стоимость остальных и применяется в строго определенных случаях и только при условии обеспечения полной окупаемости материалов и работ по закладке. Это является одной из причин нашего рассмотрения этого вида закладки.

Исходя из приведенных выше утверждений, можно констатировать, что определение состояния закладки является важной и актуальной проблемой, поэтому существует потребность в разработке новых способов и методов определения состояний технологического процесса готовности.

Обычная практика контроля состояния закладки использует радиометрический контроль, методы местных разрушений, методы ударных воздействий, акустический метод, метод измерения температуры материала и т.д.

Общим элементом перечисленных методов является то, что они требуют построения индивидуальных градировочных зависимостей по результатам исследований стандартных образцов-кубов, изготовленных из бетона такого же состава и возраста, что и исследуемый объект, в нашем случае, закладка. Непосредственно при этом измеряется некоторая косвенная физическая характеристика, связанная с прочностью корреляционной зависимостью. Для установления этой зависимости, а соответственно, и для установления прочности конструкции предварительно необходимо установить градировочную характеристику между прочностью и некоторой косвенной характеристикой – температурой, влажностью, электропроводимостью и т.д.

Для этого выводят зависимость прочности P массива от его косвенной характеристики, изменяющейся по времени, - на основе метода наименьших квадратов строится зависимость выбранной характеристики (температуры, влажности, акустического параметра, электрической проводимости и т.д.) в дискретные моменты времени t_k на временном интервале $[t_0,t_M]$ с соответствующим вычислением статистических показателей - дисперсии, коэффициента корреляции, коэффициентом детерминации и т.д.

Значения характеристик в момент времени t_k, принимают за параметры динамического состояния закладки в момент времени t_k.

Следует отметить, что каждая характеристика в отдельности определяет состояние искусственного массива, но не полностью, односторонне, и не может быть глобальной оценкой динамического состояния процесса.

Таким образом, объект исследования имеет набор характеристик состояния объекта, изменяющихся во времени t.

Во всех случаях для определения оценки состояния закладочного массива представляется необходимым измерять в различные моменты времени $T=\{t_1,...,t_T\}$ параметры химико-технологического процесса, в нашем случае, закладки, характеризующие статическое состояние и их динамику [6-8].

Формальная постановка. Приведем формальную постановку задачи, используя подход и обозначения из работ Журавлева Ю.И. [3].

Рассматривается множество траекторий технологического процесса твердения $\tilde{S}=\{S_1,...,S_\mu\}$, представляющих собой сложные развивающиеся во времени однотипные системы, описание состояний которых дано в признаковом пространстве.

Наблюдается процесс развития каждого объекта S_v, v=1,2,…,M, на отрезке $[t_0,t_T]$. Наблюдение ведется в дискретные моменты времени $t_0<t_1<\ldots<t_T$.

В каждый момент времени $t_k, k=0,1,...,T$, любой объект из $\tilde{S}$ может находиться в одном из своих состояний, описываемых с помощью набора из h признаков $x_1,x_2,...,x_h$.

Состояние объекта S_V в момент времени t_k описывается следующим вектором

$$\bar{a}_v(t_k)=(\bar{a}_{v1}(t_k),...,\bar{a}_{vn}(t_k))$$

$$v=1,...,M; \quad k=0,1,...,T$$

Каждый из признаков x_i принимает значения из множества $M_i, i=1,...,h$, мощность которых зависит от времени $t_k, k=0,1,...,T$. Считаем $M_i, i=1,...,n$ метрическим или полуметрическим пространством, в котором не выполняется аксиома треугольника.

Состояния динамических объектов $\tilde{S}$ в произвольный момент времени t_k, k=0,1,…,T, являются представителями некоторых зависящих от времени множеств $K_1,...,K_l$, называемых в дальнейшем классами. Предполагаем, что $K_i \cap K_j=\varnothing, i\neq j, \quad i,j=1,...,l$.

Подмножество $\tilde{S}_0=\{S_1,...,S_m\}$ объектов $\tilde{S}$ выбираем в качестве обучающей выборки.

Основная задача. Дано множество траекторий развития состояний какого - либо процесса в точках наблюдений $t_k, k=0,1,...,T$, временного интервала $[t_0,t_T]$. Это множество траекторий разбито экспертом на временном интервале $[t_0,t_T]$ на $K_1,...,K_l$ классов. Это информация о уже прошедших ранее процессах развития. Число классов постоянно в каждый момент времени $t_k, k=0,1,...,T$, временного интервала $[t_0,t_T]$, например, два класса, один из которых нормативный, второй ненормативный. Далее, поступила траектория X, наблюдаемая в тех же точках наблюдений $t_k, k=0,1,...,T$, временного интервала $[t_0,t_T]$.

Требуется процедурами распознавания определить принадлежность траектории X в моменты времени $t_k, k=0,1,...,T$, классам траекторий. То есть в каждый момент времени $t_k, k=0,1,...,T$, временного интервала $[t_0,t_T]$ решается задача отнесения точки новой траектории X (состояние процесса в момент времени $t_k, k=0,1,...,T$) классам $K_1,...,K_l$.

На основе полученной информации введением некого функционала производят отнесение всей траектории X одному из классов траекторий $K_1,...,K_l$. В качестве критерия качества решения задачи распознавания траектории можно использовать значение функционала, равного максимальному числу отнесений точек последовательности состояний процесса, наблюдения за которыми ведется в дискретные моменты времени $t_0<t_1<\ldots<t_T$ и отнесение траектории классу, который определяет этот максимум.

Например, если в моменты времени $t_k, k=0,1,...,T$, проводится обучение алгоритма распознаванию, то наблюдаемая траектория развития процесса относится к тому классу, который определяет максимум функционала качества

$$FUN = m'/m,$$

где m' – число правильно распознанных объектов; m – общее число объектов.

Выводы. Предлагаемый подход установил принципиальную возможность применения предлагаемой методики для решения задачи отнесения траектории классам, которая использует методы распознавания образов, что позволяет повысить достоверность определения и получить модель, которая более точно выражает прогнозируемую траекторию изменения закладочного материала по наборам признаков его состояния в определенные моменты времени.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений: Пер. с англ.–М.: Мир, 1976, 166 с.

[2] Дородницын Д.А. Проблемы математического моделирования в описательных пауках // Кибернетика. М., 1983, №4. С. 6-10.

[3] Журавлев Ю.И.: Избранные научные труды. – М.: Магистр, 1998. - 420 с.

[4] Розин Б.Б. Распознавание образов в экономических исследованиях. - М.: Статистика, 1973. - 224 с.

[5] Байконуров О.А., Крупник Л., Мельников В. Подземная разработка месторождений с закладкой. – Алма-Ата: Наука, 1972.- 384 с.

[6] Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. - М.: Химия, 1985. - 448 с.

[7] Барабанов Н.Н., Шариков Ю.В. Математическое моделирование процессов химической технологии. Учебное пособие. - Владимир, 1987. - 96 с.

[8] А.с. № 4189 от 24.05.19 г. Модель по определению класса поведения динамического объекта (произведение науки) / Зейнуллин А.А., Мустафин Т.С. и др.; дата создания 18.05.18, опубл. 24.09.19

Зейнуллин А.А., Кулпешов Б.Ш., Мустафин Т.С.

Қалау материалының қатаю процесінің класын анықтау моделі

Түйіндеме. Жұмыста өткен жағдайлардың даму процестерін жіктеу туралы априорлық ақпарат болған жағдайда қалау материалының жай-күйінің даму траекториясын болжау (анықтау) міндетін шешу әдісі ұсынылған.Ұсынылған әдістеме басқарудың автоматтандырылған жүйелеріне жатады және негізінен технологиялық циклдің дискретті сипаты бар күрделі объектілерді басқару кезінде, сондай-ақ уақытша қатармен ұсынылатын белгілермен сипатталатын, осы объектілерді, жағдайларды, процестерді немесе еркін табиғат құбылыстарын тану және талдау міндеттерін шешу үшін пайдаланылуы мүмкін.

Түйін сөздер: болжам үлгісі, қалау материалы, қауіпсіздік, уақытша қатарлар, бейнелерді тану.

УДК 681.5; 621.383

[1]N.B. Kuttybay, [1]A.K. Saymbetov, [1]M.K. Nurgaliyev, [1]D.Kh. Tukymbekov, [1]G.B. Dosymbetova, [1]A.K. Meirkhanov

([1]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan, E-mail: nurjigit.10.93@gmail.com)

BIAXIAL SUN TRACKING SYSTEM WITH ACTUATOR MECHANISM

Abstract. The work is devoted to a biaxial tracking system for the Sun with an actuator mechanism that provide movement for the Sun during the day. Depending on weather conditions, the developed tracking system for the sun allows the solar tracker to put the photovoltaic panel in the optimal position for efficient generation of electric power. The result of the work showed that the developed Solar Tracker exceeds the amount of output energy by 12% compared with a fixed solar panel.

Key words: Solar tracker, photovoltaic panel, actuator, battery, solar radiation intensity.

[1]Н.Б. Құттыбай, [1]А.К. Саймбетов, [1]М.К. Нұрғалиев, [1]Д.Х. Тукымбеков, [1]Г.Б. Досымбетова, [1]А.Қ. Мейірханов

([1]Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан, Email: nurjigit.10.93@gmail.com)

ДВУХОСНАЯ СИСТЕМА СЛЕЖЕНИЯ ЗА СОЛНЦЕМ С АКТУАТОРНЫМ МЕХАНИЗМОМ

Аннотация. Работа посвящена двухосной системе слежения за Солнцем с актуаторным механизмом, который обеспечивает движение за Солнцем в течение дня. В зависимости от погодных условий,

разработанная система слежения за Солнцем позволяет солнечному трекеру устанавливать фотоэлектрическую панель в оптимальное положение для эффективной генерации электроэнергий. Итог работы показал что разработанный Солнечный трекер повышает количество выходной энергии на 12% по сравнению с неподвижной солнечной панелью.

Ключевые слова: Солнечный трекер, солнечная панель, актуатор, аккумулятор, интенсивность солнечного излучения.

Введение

Основным препятствием для использования солнечной энергии является первоначальная стоимость системы, особенно фотоэлектрических модулей. Существует необходимость минимизировать затраты, но при этом максимально повысить эффективность и свести к минимуму используемое пространство. Для того чтобы достичь такой эффективности имеются различные технологии применимые к фотоэлектрическим системам. Одним из таких методов является системы слежения за Солнцем.Система слежения за Солнцем является своеобразным устройством, предназначенной для вращения фотоэлектрических модулей с цельюохвата большего потока солнечной радиации.Как показывают исследования в данной области, системы слежения за Солнцем в зависимости от широты способны увеличивать количество энергии на 25-50% больше чем стационарные солнечные станции [1-2]. В работе [3] показано, что при использовании системы слежения за Солнце можно получить на 30% больше энергии, по сравнению с системой, использующей стационарные солнечные батареи. Системы слежения за Солнцем делятся на два типа: одноосные и двухосные. Одноосные солнечные трекеры могут повысить количество выходной энергии до 20% [4]. Конструкция таких трекеров позволяет изменять только азимутальный угол вслед за движением Солнца.

В отличие от одноосных трекеров, двухосные трекеры имеют две степени свободы, и способны поворачивать солнечную панель по азимуту и по высоте [5]. Двухосные солнечные трекеры, оснащенные фотодатчиками, часто используются в местах с изменчивым климатом. Алгоритм таких систем слежения заключается в поиске угла наклона с максимальным количеством падающего солнечного излучения [6-7]. Для проектирования трекеров, не использующих фотодатчики, необходимо вычислить высоту и азимут угла Солнца в зависимости от географического положения трекера а так же дня в году и времени суток [8]. Такие двухосные солнечнее трекеры могут быть подразделены на две группы: угол азимута-наклона и полярная ось вращения [9]. В [10] рассмотрена система слежения за азимутальным смещением Солнца и его высотой.

Многочисленные исследования работы систем слежения за Солнцем показывают, что трекеры повышают выходную мощность и количество энергии на 12-20%, по сравнению с фиксированными солнечными панелями [11-14] [15]. Однако в пасмурные дни их эффективность резко снижается, и ориентация солнечной панели должна быть горизонтальной. А так же при использовании таких систем неизбежно встает вопрос об обеспечении достаточной энергией всей системы в течение времени работы.

В этой статье представлена двухосная система слежения за Солнцем с двумя актуаторами, которые обеспечивают вращение панели за Солнцем в течение дня. В зависимости от погодных условий, разработанная система слежения за Солнцем позволяет солнечному трекеру подстраивать фотоэлектрическую панель в оптимальное положение для эффективной работы системы. Таким образом, мы можем собирать максимальное количество энергии в течение дня вне зависимости от погодных условий.

Конструкция системы слежения за солнцем

При разработке системы слежения за Солнцем, которая не использует фотоэлектрические датчики, необходимо рассчитать высоту и азимутальный угол Солнца. Разработанная система слежения за Солнцем представляет собой вертикальный металлический столб высотой 1,36 м, установленный на четырехугольной основе. Верхняя часть представляет собой подвижную платформу, на которой устанавливается солнечная батарея. На рисунке 1 показана трехмерная модель солнечного трекера. Чтобы изменить угол азимута, шаговый двигатель с выдвижным штоком вращает вал и изменяет угол наклона солнечной панели, как показано на рисунке 1 (а). Изменение угла наклона обеспечивается вторым шаговым двигателем, который закреплен на оси вращения азимута, как показано на рисунке 1 (б).

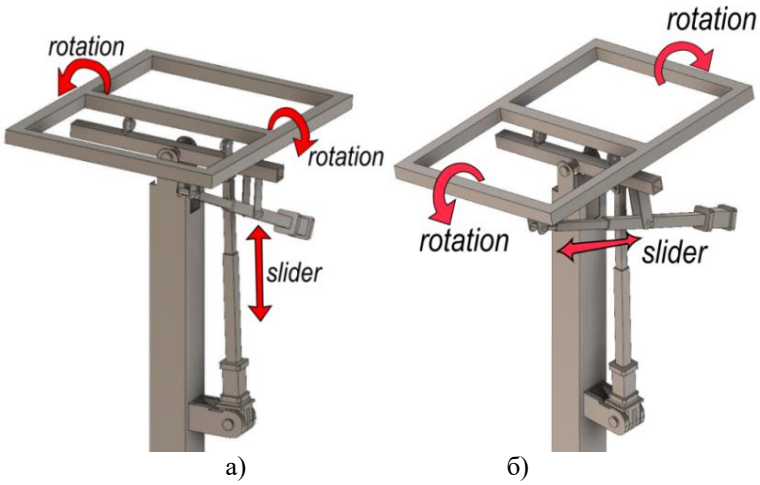


Рис. 1. Трехмерная модель двухосного солнечного трекера

Подвижность трекера в двух плоскостях осуществляется двумя линейными актуаторами с шаговыми двигателями, которые работают при напряжении 12 В. Номинальная мощностью шаговых двигателей состовляет 15.6 Вт. Размер солнечной панели составляет 52.5х35 см. Ток короткого замыкания Isc=1.32 A, напряжение холостого хода Uoc=21.3 V.

Электронный блок управлениясистемы слежения за солнцем

На рисунке 2 показана электрическая схема блока управления солнечного трекера.Он состоит из микроконтроллера Atmega8PU, часов реального времени DS1317, флэш-накопителя SD, стабилизаторов напряжения LM317 и AMS1117, а также двух драйверов A4988 для управления шаговыми двигателями. Стабилизаторы напряжения необходимы для согласования напряжения. Драйверы A4988 получают питание от реле. SD-карта подключается к микроконтроллеру через интерфейс SPI и питается от напряжения 3.3 В, которое обеспечивается стабилизатором напряжения AMS1117. Плата также содержит разъемы для подключения шаговых двигателей, солнечную панель и датчик тока INA219. Флэш-накопитель содержит информацию о текущих пороговых значениях горизонтальной ориентации трекера для каждого дня года, а также широту местностив которой расположен трекер, и данные о склонении Солнца, высоте Солнце и азимута Солнца на весь год. Эти данные используются для правильной ориентации солнечной панели в течение дня в разных погодных условиях.

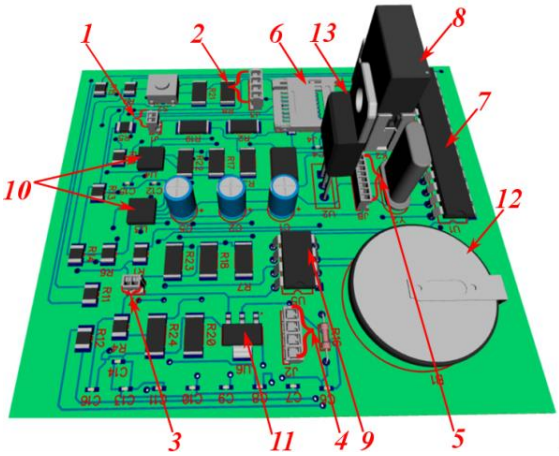


Рис. 2. Электрическая схема блока управления: 1 – разъем для аккумулятора 12 В, 2 - вход для шагового двигателя 1, 3 - вход солнечной панели, 4 –вход для шаговый двигатель 2, 5 - вход датчика тока INA219, 6 - слот для карты SD, 7 - микроконтроллер Atmega 8PU, 8 - реле, 9 - контроллер реального времени DS1307, 10 - драйверы шаговых двигателей A4988, 11 - преобразователь постоянного тока AMS1117, 12 - батарея 3 В для датчика DS1307, 13 - преобразователь постоянного тока LM317.

Часы реального времени DS1307 оснащены батареей, которая обеспечит непрерывную работу часов и позволит рассчитать время восхода и захода солнца в течение всего года.Положение солнечного трекера изменяется каждые 15 мин. Установка того или иного положения солнечной батареи осуществляется с помощью алгоритма расчета азимутального угла и высоты Солнца в зависимости от дня в году. Один оборот шагового двигателя равен изменению угла Солнечного трекера на 0.4^0. Для осуществления поворота панели, в контроллер необходимо ввести данные о дне в году и широту, на которой будет находиться трекер. Контроллер рассчитывает по имеющимся данным угол склонения, высоту и азимут Солнца через заданные промежутки времени. Далее контроллеру необходимо рассчитать количество шагов для шаговых двигателей по высоте и по азимуту, которые производится в с помощью микроконтроллера.

Результаты экспериментов и обсуждение

Главной задачей эксперимента является сравнение эффективности разработанной системы слежения за Солнцем и стационарной солнечной батареи в различных погодных условиях. На рисунке 3 показан внешний вид двухосного солнечного трекера во время проведения эксперимента. Эксперименты были проведены в ясный день 31 июля 2018 года в г. Алматы на территории КазНУ им. аль-Фараби.

Рис.3. Общий вид экспериментальной установки

На рисунке 4 показан сравнительный график мощности, генерируемой стационарной солнечной панелью (P_{stat}, Вт) и системой слежения за Солнцем ($P_{tracker}$, Вт). Резкое снижение мощности произошло из-за кратковременных облаков. Пиковая мощность наблюдается в 13:30 по местному времени. Стационарная солнечная панель установлена под углом 44^0 к горизонту, поскольку город Алматы расположен на 43.77^0 северной широты.

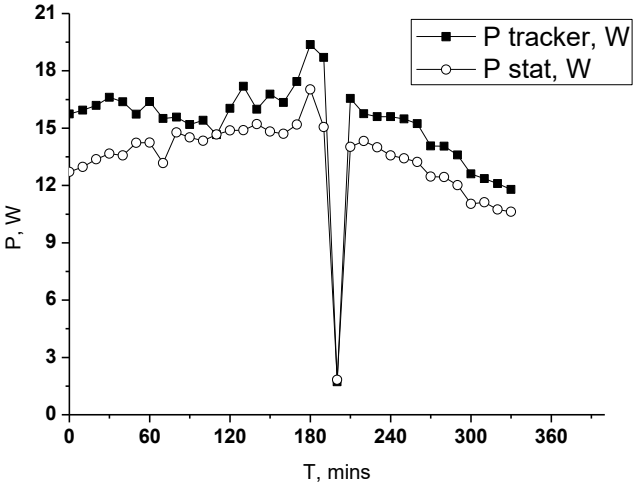


Рис. 4. Сравнение мощности, генерируемой солнечной панелью трекера и стационарной солнечной панелью в ясный день

На рисунке 5 показаны ВАХсолнечного трекера в разное время дня. Как видно из графиков, большинство кривых выше значения 1.1 А и расположены близко друг к другу, что увеличивает выходную мощность трекера.

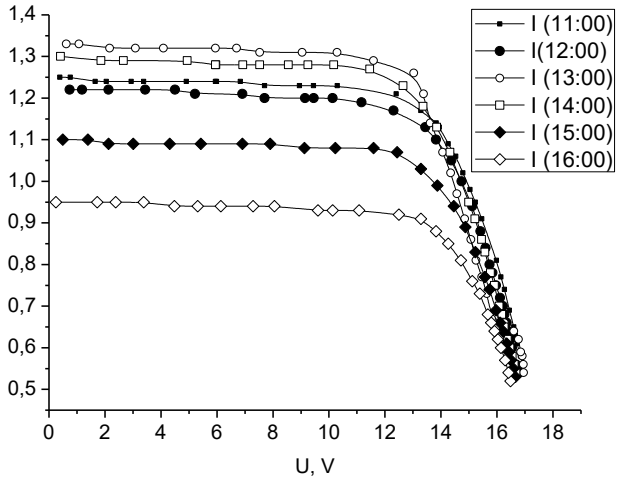


Рис. 5. ВАХ двухосного солнечного трекера в течение дня

На рисунке 6 показаны ВАХ стационарных солнечных панелей. Как видно из графика, выходной ток солнечного трекера выше. Однако, если мы сравним ВАХ трекера и стационарной солнечной панели в 13:00, мы увидим, что ток фиксированной солнечной панели выше. Это связано с повышением температуры солнечных панелей, установленных на трекере, что приводит к снижению значения тока.

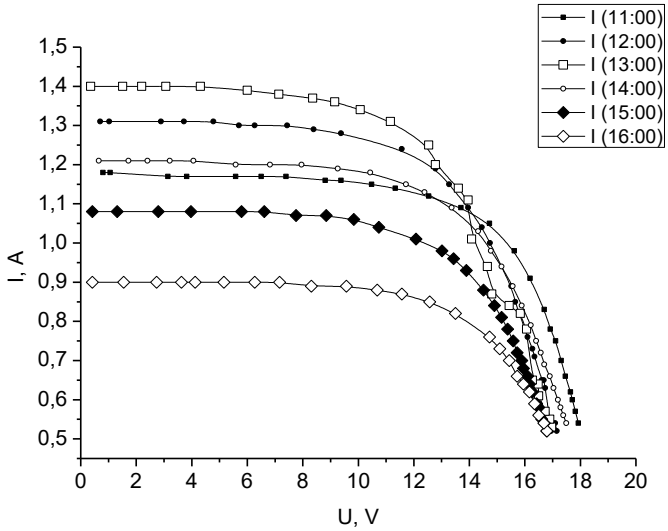


Рис. 6. ВАХ стационарной солнечной панели

Чтобы получить более точные данные о работе системы слежения за Солнцем, мы провели эксперимент в облачный и дождливый день с сильным рассеянием солнечных лучей 30 августа 2018 года. На рисунке 7 показана мощностигенерируемые солнечным трекером и фиксированной солнечной панелью. Скачки мощности на графике соответствуют кратковременным прояснениям. График показывает, что в облачные периоды генерируемая мощность фиксированной солнечной панели ниже, чем у солнечного трекера.

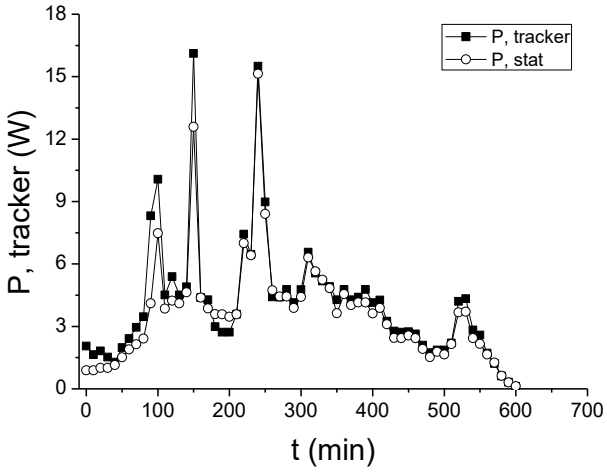


Рис. 7. Сравнение мощности генерируемые солнечным трекером и неподвижной солнечной панелью в течение пасмурного дня

Заключение

В результате работы был разработан двухосный солнечный трекер с двумя актуаторными механизмами вращения и получены экспериментальные данные. Разработанный солнечный трекер увеличивает количество выходной энергии на 12% по сравнению с неподвижной солнечной панелью. Так же разработанная система слежения за Солнцем позволяет эффективно вырабатывать энергию даже в облачную погоду с помощью механизма вращения и встроенных алгоритмов.

Благодарность

Работа выполнена при финансовой поддержке исследовательского проекта AP05132464 Министерства образования и науки Республики Казахстан и выполнена в научно-исследовательском институте математики и механики Казахского национального университета им. аль-Фараби, что с благодарностью признано авторами.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Quesada G. et al. Tracking strategy for photovoltaic solar systems in high latitudes //Energy conversion and Management. – 2015. – Т. 103. – С. 147-156.

[2] Lee J. F., Rahim N. A., Al-Turki Y. A. Performance of dual-axis solar tracker versus static solar system by segmented clearness index in Malaysia //International Journal of Photoenergy. – 2013. – Т. 2013.

[3] Eke R., Senturk A. Performance comparison of a double-axis sun tracking versus fixed PV system //Solar Energy. – 2012. – Т. 86. – №. 9. – С. 2665-2672.

[4] Al-Mohamad A. Efficiency improvements of photo-voltaic panels using a Sun-tracking system //Applied Energy. – 2004. – Т. 79. – №. 3. – С. 345-354.

[5] Kuttybay N. et al. An automated intelligent solar tracking control system with adaptive algorithm for different weather conditions //2019 IEEE International Conference on Automatic Control and Intelligent Systems (I2CACIS). – IEEE, 2019. – С. 315-319.

[6] Saymbetov A. K. et al. Intelligent Energy Efficient Wireless Communacation System for Street Lighting //2018 International Conference on Computing and Network Communications (CoCoNet). – IEEE, 2018. – С. 18-22.

[7] Tukymbekov D. et al. Intelligent energy efficient street lighting system with predictive energy consumption //2019 International Conference on Smart Energy Systems and Technologies (SEST). – IEEE, 2019. – С. 1-5.

[8] Saymbetov A. K. et al. Method for Increasing the Efficiency of a Biaxial Solar Tracker with Exact Solar Orientation //Applied Solar Energy. – 2018. – Т. 54. – №. 2. – С. 126-130.

[9] Garcia-Beltran C. D. et al. Design, manufacturing and performance test of a solar tracker made by a embedded control //Electronics, robotics and automotive mechanics conference (CERMA 2007). – IEEE, 2007. – С. 129-134.

[10] Sidek M. H. M. et al. Automated positioning dual-axis solar tracking system with precision elevation and azimuth angle control //Energy. – 2017. – Т. 124. – С. 160-170.

[11] Sungur C. Multi-axes sun-tracking system with PLC control for photovoltaic panels in Turkey //Renewable Energy. – 2009. – Т. 34. – №. 4. – С. 1119-1125.

[12] Abdallah S., Nijmeh S. Two axes sun tracking system with PLC control //Energy conversion and management. – 2004. – Т. 45. – №. 11-12. – С. 1931-1939.

[13] Abdallah S., Badran O. O. Sun tracking system for productivity enhancement of solar still //Desalination. – 2008. – Т. 220. – №. 1-3. – С. 669-676.

[14] Abdallah S. The effect of using sun tracking systems on the voltage–current characteristics and power generation of flat plate photovoltaics //Energy conversion and management. – 2004. – Т. 45. – №. 11-12. – С. 1671-1679.

[15] Quesada G. et al. Tracking strategy for photovoltaic solar systems in high latitudes //Energy conversion and Management. – 2015. – Т. 103. – С. 147-156.

Құттыбай Н.Б., Саймбетов А.К., Нұрғалиев М.К., Тукымбеков Д.Х.,
Досымбетова Г.Б., Мейірханов А.Қ.

Актуаторлық механизмі бар екі остік күнді бақылайтын жүйе

Түйіндеме. Бұл жұмыста күндізгі уақытта күніңқозғалысына ілесіп отыруға негізделген актуаторлық механизмнен құралған екі ості күнді бақылау жүйесі қарастырылған. Ауа-райының тұрақсыздығына байланысты жетілдірілген күнді бақылау жүйесі күн трекерінде орналасқан фотоэлектрлік панелді оңтайлы қалыпқа қою арқылы электр қуатын максималды тиімді өндіруге мүмкіндік береді. Жұмыстың нәтижесінде жасалынған күнді бақылау жүйесі энергияны өндіруде, қозғалмайтын фотоэлектрлік панелдің көрсеткішімен салыстырғанда 12% асып түсті.

Кілт сөздер. Күн трекері, фотоэлектрлік панель, актуратор, аккумулятор, күн сәлесінің қарқындылығы.

UDC 546.05: 546.264, 661.183.3

N.K. Dosmukhamedov, G.S. Daruyesh
(Satbayev University, Almaty, e-mail: nurdos@bk.ru)

PRODUCTS FROM COAL COMBUSTION – ADDITIONAL EXTRACTION SOURCE OF VALUABLE METALS

Abstract. Based on the analysis of the current state of the coal industry, the paper shows the possibilities of using combustion products as an additional extraction source of valuable metals. In particular, large volumes of accumulated and current ash and slag wastes can be considered as raw materials for extracting silica, aluminum oxide, and REM.

It is shown that the sustainable development of the global coal industry, including Kazakhstan, attracts attention from developing innovative technologies aimed at their complex processing with high recovery of valuable metals into target commodity products.

Keywords: coal, ash, processing, extraction, silica, aluminum oxide, rare earth metals, innovative technologies.

Introduction

In the structure of the world's primary energy balance, coal is the second-largest source of energy after oil, then followed by natural gas. Coal accounts for 27 % of the world's energy supply. According to the International Energy Agency (IEA), in 2007, in the Organization for economic cooperation and development (OECD) countries, 81% of coal were consumed in electricity production and 10 % in industry (including 3% for steel production). At the same time, coal accounts for 47 % of the power industry's fuel balance. It expects that in the future coal will remain a key type of energy in the structure of the fuel balance of the electric power industry [1, 2].

The widespread use of coal will also depend on the formation of its price, which is related to the properties of coal and is determined by its calorific value, ash content, sulfur content, etc.

In terms of reserves, coal surpasses all other fossil fuels. According to BP Statistics, the R/P ratio (the ratio of remaining reserves to annual production) for coal is currently 122 years. For comparison, the coefficient of a multiplicity of oil reserves is 42 years, natural gas-60 years. Coal reserves are more evenly distributed between the Asia-Pacific region, North America, Europe, and Eurasia.

Many countries have sufficient domestic reserves of coal, which is usually produced for domestic use. Less than 20 % of the world's coal production is sold on world markets [3-9].

Analysis of the current situation of the coal industry in Kazakhstan

The coal industry plays a special role in the fuel and energy complex of Kazakhstan and is one of the largest sectors of the country's economy. The fuel and energy balance of the Republic is made up of the most important commodity markets for fuel and energy resources, the most important of which are natural resources.

Natural resources account for 71.7 % of the total heat and energy distribution. As part of the Republic's natural resources, 50.7 % is oil, including gas condensate, 31.7 % is coal, and 17.6 % is natural gas.

Today, the coal industry of the Republic provides 78 % of electricity generation in Kazakhstan, and almost one hundred percent loading of coke and by-product process. Thermal coal resources fully meet the needs of thermal power plants. To meet the demand of the municipal sector of rapidly growing urbanized territories and their population, it is planned to increase the production of low-ash coal at the Shubarkul and Maikubin fields.

The balance reserves of coal allow us to fully meet domestic needs and export significant volumes of coal products.

In recent years, the geography of deliveries of Kazakh coal to the near and far abroad has expanded. The main importers of Kazakh coal are power plants in the Ural and Western Siberia of the Russian Federation. Kazakhstan's coal is also exported to Kyrgyzstan, Tajikistan, Uzbekistan, Ukraine, Bulgaria, Hungary, Denmark, Poland, Romania, Turkey, Finland, and other countries.

Most of the coal deposits (65 %) are concentrated in the Central (Karaganda and Ekibastuz coal basins, as well as the Shubarkol field) and Northern Kazakhstan (Turgai coal basin) – 21 %.

All balance reserves of coking coal are located in the Karaganda region. The Karaganda basin mainly includes underground coal mines that produce high-quality coking coal with an ash content of 10 to 35 percent. The basin has large gas reserves and has been producing methane for a long time.

As of 2010, the installed thermal capacity of the Republic's power plants was 28507 Gcal / hour. In the regional context, the largest volume of heat capacity is in the Karaganda (17.5 %) and Pavlodar (13.3 %) regions.

The total installed capacity of thermal power plants and thermal power plants in Kazakhstan, where coal is used as fuel, is 14 300 MW of electricity.

The main electricity in Kazakhstan is generated by 37 thermal power plants that use coal from the Ekibastuz, Maikubin, Turgay and Karaganda basins. The largest of them are Ekibastuz GRES-1, GRES-2 and Aksu (Yermakovskaya) GRES, which generates up to 14 % of all electricity.

Kazakhstan's coal-fired thermal power plants have an efficiency of 33-35 %. Electric power facilities built in the 50s and 70s of the twentieth century have almost exhausted their production resources. At the same time, the wear coefficient of the main electrical equipment, according to preliminary calculations for 2010, is 82 %.

Problems of the coal industry and measures taken to eliminate them

The main problems of coal-burning include:

1) A high content of sulfurous anhydride and greenhouse gases (CO_2) in waste gases of thermal power plants and metallurgical enterprises;

2) Formation of large volumes of ash waste from coal combustion.

1) Pollutants (SO_2, CO_2, fly ash, etc.) emission into the atmosphere

Coals contain from 0.2 to tens of percent of sulfur, mainly in the form of pyrite, sulfate, iron oxide, and gypsum. To reduce the concentration of sulfur in coal combustion products, two ways are possible: reducing the sulfur content in the fuel before it is burned, and cleaning the flue gases from sulfur oxides. Existing methods of capturing sulfur in coal combustion are not always used because of the complexity and expense. Therefore, a significant amount of it is supplied and is likely to be supplied to the environment soon.

The burning of mainly low-calorie brown coal with a high ash and sulfur content that does not meet the standards of boiler equipment at thermal power plants has led to the following negative consequences:

– emissions of pollutants into the air basin in concentrations exceeding the maximum permissible limits, including significant amounts of "greenhouse gases" that affect climate change;

– littering of territories with ash dumps and waste rock landfills, from which dust, ash, and slag are carried for tens of kilometers;

– formation of destructive acid rain.

The share of major subcategories into tale missions of industrial groups (Fig.1) shows that the share of emissions from sources of the energy complex of Kazakhstan, with its high dependence on coals the main source of energy, is 61 % of the emissions of pollutants into the air in the Republic.

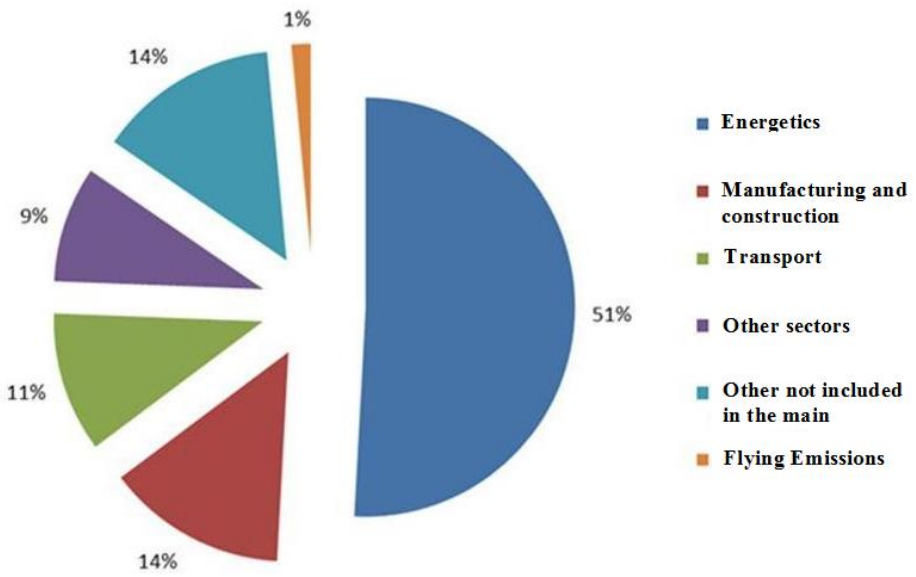


Figure 1 – Share of major subcategories in total emissions of industrial groups

Emissions from thermal power plants account for up to 70 % of the total emissions from the energy complex (the Northern zone – 92 %, including the Karaganda region – up to 42 %, and the Pavlodar region – 39 %). The largest sources of Central zone emissions are Ispat-Karmet JSC (36 %) and «ЕЭК» (15.5 %).

The largest number of harmful substances from stationary sources are emitted by non-ferrous metallurgy enterprises – 29 %, the second place is taken by heat and power industry – 23 %, ferrous metallurgy – 17 %, oil and gas industry – 10 %, other industries, mining industry – 20 %. Of the total number of sources of pollutant emissions – 152.820 units and only 11.590 sources (about 10 %) are equipped with treatment facilities.

Emissions of industrial enterprises in Kazakhstan into the atmosphere amount to more than three million tons per year, of which 85 % are accounted for by 43 large enterprises. Over the period 1990-2008, the volume of emissions from stationary sources decreased almost three times due to increased control, an increase in the share of natural gas in the country's fuel and energy balance, and a decline in production in several industries.

Emissions from various sources of the Unified energy system are dominated by solid particles (35 %), sulfur dioxide (31 %), carbon monoxide (19 %), and nitrogen oxides (14 %).

The level of existing gas treatment systems is significantly inferior to modern requirements. The lack of a reliable flue gas cleaning system and the use of old methods for capturing SO_2 and other harmful atmospheric pollutants have led to an increase in their concentrations in emissions above the maximum permissible limits. According to statistics, of the total number of sources of pollutant emissions available in the Republic, only 10 % of the sources are equipped with treatment facilities.

At existing thermal power plants, waste gases are cleaned from SO_2 by passing the waste gas stream through limestone – $CaCO_3$ or slaked lime – $Ca(OH)_2$ [10, 11, 12]. These methods are not effective enough and have a some disadvantages: high residual sulfur content in gases (in the best case, 90 % of SO_2 is removed from waste gases at its initial content of about 2 %); processes are quite expensive (when they are used, the cost of electricity can increase by several tens of percent); a large yield of unused solid waste (mainly contaminated with impurities from the combustion of coal, gypsum – $CaSO_4$), the amount of which is several percent of the weight of the burned coal. For example, a heat station with a capacity of 1 GW, burning coal with a content of 3 % sulfur, produces more than 1000 tons of gypsum per day, contaminated with aluminum, iron, silicon, phosphorus, and other elements present in the ash.

Monitoring of the pollution atmosphere in urban areas showed that the cities of Almaty, Zyryanovsk, Ust-Kamenogorsk, Temirtau, and Taraz are among the areas with a high degree of environmental risk to public health.

Government regulation and control of emissions are carried out by the Technical regulations [13]. Currently, it is propose to make additions to the Technical regulations to differentiate the emission requirements for boiler plants not subject to reconstruction, boiler plants requiring reconstruction, and introduced at operating thermal power stations and new thermal power plants. These proposals will allow for a step-by-step transition of power plants to a higher level of energy efficiency and environmental safety of the coal being burned.

The reduction of emissions against the background of increasing energy needs mainly depends on providing thermal power plants with high-quality coal and the use of innovative combustion technologies.

Comparison with the specific emission standards of foreign countries shows that Kazakhstan's energy sources have a high specific emission of solid particles. This is due to the use of high-ash Ekibastuz coals. Emissions of nitrogen oxides and sulfur dioxide, on average for the industry at the current stage of development, are considered acceptable.

To achieve the target indicator for reducing emissions of harmful substances into the atmosphere, the following measures are provided:

– development of a set of measures for industrial enterprises, taking into account the use of technologies which satisfy international standards;

– implementation of automated round-the-clock emission control at sources and in sanitary protection zones of industrial enterprises;

– creation of a single research and production center for operational monitoring and control of the state of atmospheric air, reservoirs, soil, food and drinking water in the East Kazakhstan region;

– consequences elimination of the activities of mines, coal opencast and processing plants of the association "Karagandaugol»;

– implementation of the World Bank project on the destruction of stocks and wastes of persistent organic pollutants and rehabilitation of contaminated territories;

– the detailed inventory of them;

– temporary warehouses of polychlorodiphenyl containing equipment and waste;

– extraction and repackaging of pesticides from warehouses and burial grounds.

To reduce the negative impact on the environment, it is necessary to carry out some measures that include:

– improvement of fuel production and combustion technology, the introduction of technologies based on partially or completely closed cycles;

– optimal location of industrial enterprises taking into account the "wind rose", creation of sanitary protection zones around them, removal of the most toxic industries outside cities and settlements, rational planning of development and landscaping of territories;

– stabilizing and improving the quality of the environment;

– creating mechanisms for the transition to sustainable development;

– modernization and maintenance of hydrometeorological and environmental monitoring.

The reduction of emissions to the environment is planned to achieve through diversification and technical re-equipment of industrial facilities, the introduction of the better available technologies. According to the experience of the European Union, comprehensive environmental permits are being introduced, including emission standards, energy efficiency criteria, energy and resource conservation, and the timing and procedure for switching to the better technologies.

To create mechanisms for the Republic's transition to sustainable development, it is planned to reduce the emissions of industrial enterprises by setting targets and quotas, strengthening state control, and introducing environmental and economic incentives.

2) Formation of ash waste from coal combustion

Coal-fired power plants produce large amounts of ash and other by-products of coal combustion every year. Although nearly 50 % of the fly ash produced in the United States is disposed of in various areas of the economy, most of the ash material is located in dry landfills and ash lagoons. Ash may contain dangerous leachable trace elements such as As, B, Cr, Mo, Ni, Se, Sr, and V, which hurt the environment due to potential leaching by acid rain and groundwater. Coal ash is the largest type of waste generated in the United States and many other countries, with more than 100 million tons produced annually in the United States.

India has one of the largest coal reserves in the world, which are characterized by high ash content and low calorific value. Almost 73 % of the total generated capacity in the country is thermal energy, which is 90 % produced by burning coal. In the total structure of the used coals, 85 % is accounted for the burning of bituminous and sub-bituminous coals with a high ash content of 30 % - 50 %, which produces large amounts of ash in the form of waste when burned. The current annual ash production is about 112 million tons.

Currently, there are more than 170 coal-fired thermal power plants (CHP) in the Russian Federation, which burn 650 million tons of coal annually to form 300 million tons of ash and slag.

Storage of ash and slag waste is a serious environmental and economic problem. More than 20 thousand km^2 of land plots containing 1.3–1.5 billion tons of this technogenic waste have been alienated for storage of ash and slag waste from the CHP in Russia.

Existing methods of ash processing [14, 15, 16] allow extracting small amounts of valuable elements contained in ash and slag waste. At the same time, the material composition of coal ash can be considered as an independent complex Deposit of non-metallic and ore metals. Ash differs favorably from conventional mineral deposits in that it is located on the surface and does not require the cost of extraction from the earth's interior. Also, the ash reserves are very significant, and every year they continue to grow exponentially.

The chemical composition of the ash depends on the type of coal being burned and can vary widely by the main components. For example, in bituminous and sub-bituminous coals, the silica content varies from 20 to 60 %. The alumina content can be from 5 to 35 %. In addition to the main components, ash contains a significant amount of rare metals: Sr – 110 g/t, Zr – 2.30 g/t, Nb – 7 g/t, Ga – up to 9 g/t and rare earth metals: Y – 14 g/t, Eu – 0.68 g/t, La – 19 g/t, Pr – 7 g/t, Sm – up to 15 g/t.

Even though the content of REM in the ash is lower than in the known rare earth element minerals (monazite: 264-280 g/t, loparite: 112-180 g/t), in the absence of proven sources of rare earth elements, their extraction from the ash becomes attractive because the ash is located on the surface and does not require additional extraction costs.

The volume of an annual output of ash in the context of developed countries shows their huge accumulation, in million tons: India – 112, China – 100, USA – 75, Germany – 40, UK – 15.

In Kazakhstan, the development of electricity production and the processing of ash waste is one of the main state priorities.

The relevance and significance of the issue of ash processing is enhanced by the fact that the technogenic waste of the CHP is not processed. As a result of accumulation, they occupy huge areas, which removes huge territories from land use. Many valuable, technologically recoverable valuable metals are irretrievably lost.

In the Republic of Kazakhstan, the annual output of ash and ash-slag mixtures during coal combustion is about 19 million tons, and more than 300 million tons of waste has been accumulated in ash dumps. Although the ash in the bulk is captured by various filters, about 250 million tons of fine aerosols were released into the atmosphere every year in the form of CHP emissions, which can significantly change the balance of solar radiation at the earth's surface. They are also condensation nuclei for water vapor and precipitation formation, and when they get into the respiratory organs of humans and other organisms, they cause various respiratory diseases.

In one large megalopolis of Kazakhstan (Almaty), more than 2 million tons of ash and slag waste has been accumulated as a result of the activities of CHP-1, CHP-2, and CHP-3. Only for one heating season, about 600 thousand tons of ash waste is added from coal burning.

In the South Kazakhstan region, as a result of the activity of the Kentau CHPP (Kentau), some landfills were formed with the following negative consequences: the withdrawal of territories from land use; negative impact on the environment (soil, air basin, groundwater).

Fuel ash and slag are products of thermochemical and phase transformations of inorganic fuel components and are largely composed of minerals of the host rocks. The predominant minerals in the ash and slag materials of the CHP are meta - and orthosilicates, as well as aluminates, ferrites, aluminoferrites, and degraded clay minerals. Significant amounts of oxides – quartz, corundum, alumina, calcium oxides, magnesium oxides, etc. In ash dumps as a result of hydrochemical processes, secondary minerals such as calcite, portlandite, iron hydroxides, etc. can occur.

Ash and slag are a complex system whose properties depend on the type of fuel, combustion mode, the boiler design, and many other factors. This determines a need for comprehensive studies of the composition and properties of the mineral part of various coals, which burned at power plants in Kazakhstan since the main reason for the insufficient use of ash and slag in the national economy is the unsatisfactory state of the study of ash and slag as raw materials.

Ash and slag wastes include fly ash, a powdery, pulverized material that is captured from the flue gases of a CHP plant. Depending on the method of capture, the ash may be wet or dry. Currently, the main method used is wet ash and slag removal-hydraulic ash removal (HAR), which is not effective and requires modernization.

Ekibastuz coal, which is characterized by high ash content (30-40 %), is used most of all as solid fuel at the CHP. Therefore, a huge amount of ash and slag has accumulated on the territory of Kazakhstan in the area of operating thermal power plants (>4600 million tons). They occupy huge areas and hurt the environment. Ekibastuz coal ash contains up to 30 % aluminum oxide. Only with the ash of Ekibastuz GRES, about 6 million tons of aluminum oxide is reset into the dump every year. Consequently, the ash of Ekibastuz coal is an inexhaustible source of raw materials for the production of alumina. Also, the ash contains other trace elements, such as vanadium.

The use of ash and slag waste at a thermal power plant brings the coal-burning technology 80 % closer to a waste-free one.

When burning coal from the Ekibastuz deposit, about 40-50 % of silicon ash was formed. From this ash, you can get alumina, and from the waste of alumina production, you can get cement. Concrete based on this cement has a high quality, it gains brand strength in just one day. Waste from this production can be used for laying coal mines with the possibility of subsequent recycling. This one example of the use of ash and slag from the burning of the Ekibastuz coal field shows that they are not raw materials for one industry. They should be used in combination with several industries, including metallurgy, chemical industry, etc.

Therefore, the main task in the development of electricity and heat power in Kazakhstan, as well as in the whole world, ensures high efficiency, reliability, complete environmental safety in the process of generating electricity and heat, i.e., minimum costs of fuel and energy resources, with optimal energy-saving technologies.

The necessity to involve the accumulated and current volumes of ash in processing is caused by the following indisputable statements (economic, environmental, social aspects):

– the content of aluminum and silicon in ash often exceeds their content in the developed fields.

– the cost of valuable metals that can be obtained from ash waste is comparable, and sometimes exceeds (for example, in aluminum production, the production of gallium, vanadium) the cost of the main products of the enterprise.

– ash does not require special extraction and transportation costs, which make up the largest part of the cost structure of the final product.

– due to a lack of existing ash processing technologies, the technologically recoverable components-aluminum and silicon-are permanently lost.

Reliable power supply to the economy and population of Kazakhstan is associated with the construction of new electricity facilities, the expansion and reconstruction of existing ones, and the modernization of the national electricity network. This will significantly reduce the lost benefits of fossil resource management (Fig. 2).

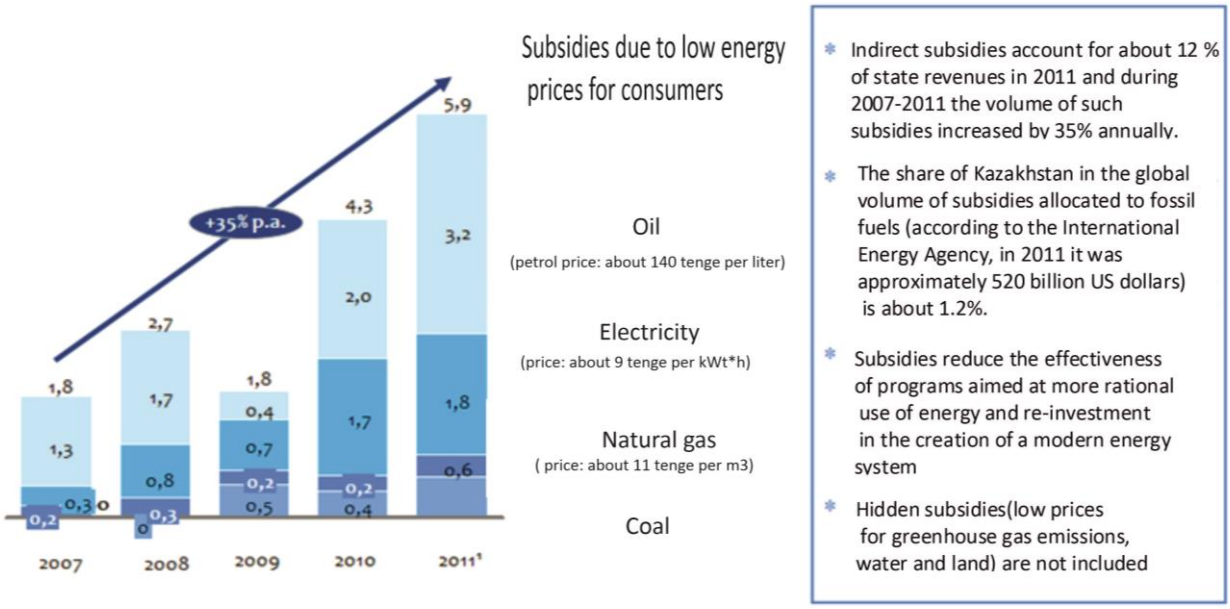


Figure 2 – Dependences between low program performance management of resources and the amount of lost revenue (billions of dollars, USA).

To ensure stable growth of the Republic's economy by the Strategic development plan until 2020, the State program for accelerated industrial and innovative development for 2010-2014, it is necessary to advance the

development of the electric power industry. The unified electric power system of Kazakhstan operates stably in parallel with the power systems of the Russian Federation and Central Asian countries [17].

In addition, harmonization of national legislation for the protection of atmospheric air is required [18, 19].

Also, national legislation needs to harmonize on the protection of atmospheric air with Kazakhstan's obligations under the ratified Conventions on long-range Transboundary air pollution and Persistent organic pollutants and to speed up the process of ratification of its Protocols [18, 19].

Kazakhstan is currently considering ratifying the Protocol in the framework of the joint program for monitoring and evaluating long-range transport of pollutants in Europe (EMEP) – for heavy metals [20]. These international agreements regulate the emissions of pollutants generated during the combustion of coal. In particular, oxides of sulfur and nitrogen; various solid dispersed particles (ash and dust); heavy metals-lead, mercury, cadmium; persistent organic pollutants.

Improving the energy efficiency of existing heat and power plants in Kazakhstan and bringing them into line with international standards, according to studies conducted in Ukraine, where coal is also an important source of fossil resources, less investment is required for reconstruction than for the construction of new generation plants (Fig.3).

Using the best available technologies for cleaning and efficient removal of pollutants in waste gases, when modernizing existing generating facilities, will significantly improve the environment while saving money.

For the development of the electric power industry, measures planned to prolong the life of existing power plants while minimizing their environmental impacts. For the modernization of all existing power plants, it planned to develop a forecast balance of electricity and heat energy with a perspective until 2050, taking into account the principles and indicators of development of the sector provided for in the Concept of Kazakhstan's transition to a "green economy".

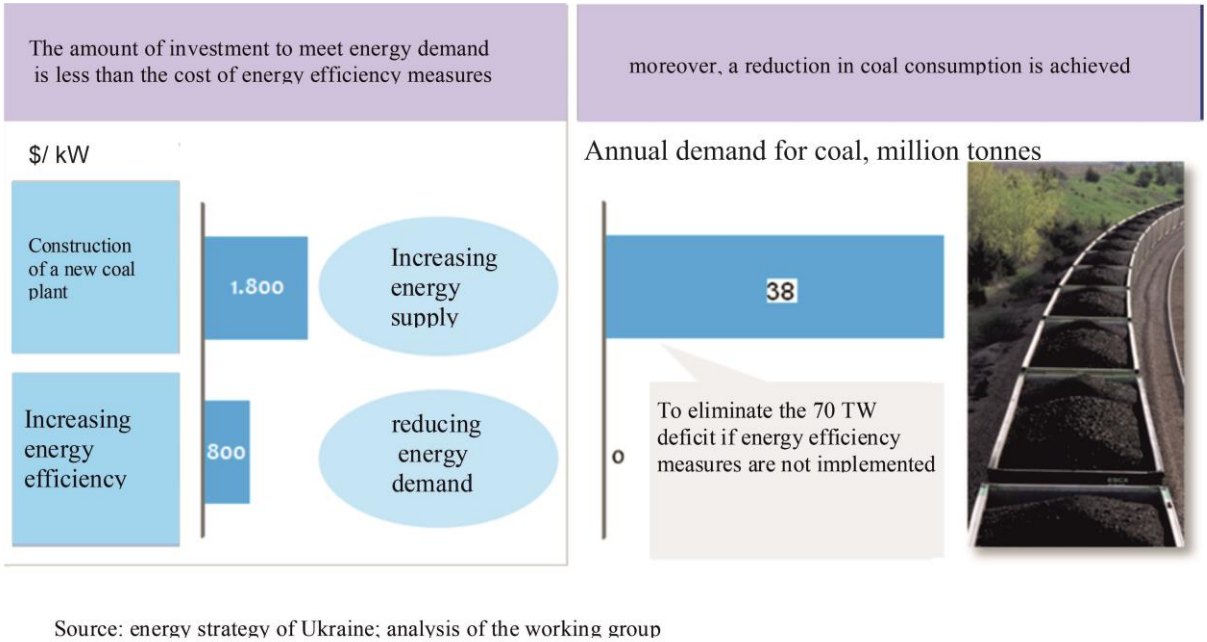


Figure 3 – Investment costs for improving energy efficiency and construction of new generations (Ukraine).

To achieve modern standards for emissions of harmful substances, it planned to provide dust and gas treatment plants for capturing dust, sulfur dioxide, and nitrogen oxide during the modernization of power plants that will be operating after 2020.

For the reconstruction and construction of new power plants, it planned to use the register of advanced international technologies for the production of heat and electricity in terms of fuel efficiency and environmental safety that ensures air quality-an indicator of the "green economy".

Analysis of industry strengths and weaknesses, opportunities and threats (SWOT analysis)

Strength

– a high share of power generation by thermal power plants using cheap coal;

– developed scheme of system-forming power transmission lines with a voltage
– of 220-500-1150 kV;
– centralized operational dispatch management system;
– significant potential for renewable energy sources (over 1.0 trillion. kWh);
– parallel work of the UES of Kazakhstan with the ECO of Central Asia and ECO of Russia;
– established legal and normative framework for the effective functioning of the wholesale and retail electricity market;
– electricity export opportunities and transit potential;
– availability of significant reserves of fuel and energy resources.

Weakness

– significant production of the park resource of generating equipment, which limits the ability to produce electricity by existing power plants (at TPPs of national significance, the remaining park resource is from 18-30 %);
– lack of maneuverable generating capacity to cover peak loads due to the low share of hydroelectric power plants (about 12 %) in the structure of generating capacity;
– uneven distribution of generating capacity (42 %) of the installed capacity of the UES of Kazakhstan is concentrated in the Pavlodar region);
– a high degree of deterioration of electric networks of regional power grid companies (~ 65-70 %);
– lack of a mechanism to ensure the construction of new power plants;
– dependence of the West Kazakhstan and Atyrau regions on electricity supplies from Russia (there is no connection with the power grids of the UES of Kazakhstan;
– increase in emissions of harmful ejection-sulfur dioxide, nitrogen, greenhouse gases (CO_2), fly ash, etc. to the environment;
– increase in the volume of ash waste and its accumulation;
– insufficient funding for research and development for the elaboration and implementation of innovative, high-tech technologies for cleaning waste gases and recycling ash and slag waste;
– low export orientation of the industry.

Opportunities

– unification of the western zone of the Republic with the main part of the UES of the Republic of Kazakhstan;
– achieving the country's energy security in certain regions;
– entering the capacity market;
– full provision of internal energy resources for the regions commonwealths;
– increasing the country's export and transit capabilities;
– taking measures to increase the investment attractiveness of the industry for attracting investment in the development of electric power facilities;
– the conservation of old and creation of new workplaces;
– ensuring the intensification of production;
– development of related industries:
– introduction of innovative technologies for deep cleaning of waste gases from sulfur dioxide and carbon, fly ash;
– introduction of innovative technologies for disposal of ash and slag waste;
– the growth of export orientation;
– production and expansion of the range of valuable elements from waste;
– production ecologization.

Threats

– increasing the capacity gap between available and installed capacity and disposal of main equipment at existing power plants;
– the occurrence of non-covered power deficit;
– the dependence of the country's electricity from neighboring States;
– increase in emissions of harmful emissions to the environment;
– accumulation of ash and slag waste, removal of areas from land use.

The weak link in the coal industry is also the use of coals with low caloric content and high ash content. The low complexity of processing coal and its combustion products, the practical absence of production of commodity products with high added value indicates the raw material orientation of the industry and makes the country completely dependent on the demand of world markets for coal.

The transition of the coal industry from a raw material orientation is possible when creating conditions for the development and implementation of science-intensive and high-tech industries. Broad and accelerated innovation is needed. Activation of innovation and investment activities will reduce the negative impact of factors that limit the development of coal industry enterprises, provide a radical renewal of production capacity and production of traditional and new types of products while reducing the cost of all types of resources and compliance with environmental standards.

To solve the above-mentioned key tasks, it is necessary to develop some new technologies for the complex processing of ash and slag wastes of the Republic of Kazakhstan, which will become the core of innovative productions for obtaining commodity products with high added value.

BIBLIOGRAPHY

[1] Price of energy: Formation of international coal prices. Energy Charter Secretariat Report. Brussels. – 2010. – P. 50.

[2] Kaplan V., Dosmukhamedov N.K., Lubomirsky I. Electrochemical Method of Carbonate Melts Regeneration for Efficient Capture of SO_2 from Coal Combustion // **231st ECS Meeting in New Orleans, LA USA. May 28 - June 1. 2017**. F0 1070. – P.103.

[3] Dwivedi A. and Kumar J.M. Fly ash - waste management and overview: A Review, Recent Research in Science and Technology. – 2014.6 (1). – P.30-35.

[4] Cherkasova T.G., Cherkasova E.V., Tikhomirova A.V., Bobrovnikova A.A., Nevedrov A.V., and Papin A.V. Coal wastes as raw materials for obtaining rare and trace elements. Bulletin of the Kuzbass State Technical University. – 2016. – No. 6. – P.185-189.

[5] Roth E., Macala M., Lin R., Bank T., Thompson R., Howard B., Soong Y., and Granite E. Distributions and Extraction of Rare Earth Elements from Coal and Coal By-Products. 2017 World of Coal Ash Conference in Lexington. 2017. May 9-11.

[6] Akhmedyanov A.U., Kirgizbaeva K.Zh., Turekhanova G.I. Recycling of waste (ash and slag) of industrial enterprises // Techical Science. Mining engineering. – 2018. – No.10. – P.1-3.

[7] Patil, S.V., Nawle S.C., and Kulkarni S.J. Industrial Applications of Fly ash: A Review // International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR). – 2013. – No. 2 (9). – P. 1669-1663.

[8] Stoch A. Fly ash from coal combustion - characterization, in Thesis to obtain the Master of Science Degree in Energy Engineering and Management 2015. IST Instituto Superior Técnico Lisbon, Portugal.

[9] Yao Z.T. and other. A comprehensive review on the applications of coal fly ash // Earth-Science Reviews. – 2015. – No.141. – P. 105–121.

[10] Putilov V.Ya. Ecology of energy. – M.: MPEI. – 2003. – P.715.

[11] Abramov A.I., Elizarov D.P. Improving the environmental safety of thermal power plants. – M .: MPEI. – 2002. – P.377.

[12] Ryzhkin V.Ya. Thermal power plants. - M .: Energy. – 1976. – P.444.

[13] Technical Regulation “Requirements for emissions into the environment during the combustion of various types of fuel in boilers of thermal power plants”, approved by Decree of the Government of the Republic of Kazakhstan dated December 14, 2007. – No.1232.

[14] Elliot Roth and other. Distributions and Extraction of Rare Earth Elements from Coal and Coal By-Products. 2017 World of Coal Ash Conference in Lexington. – 2017. – May 9-11.

[15] Aakash Dwivedi and Manish Kumar Jain. Fly ash - waste management and overview: A Review, Recent Research in Science and Technology. – 2014. – No.6 (1): – P. 30-35.

[16] Suhas V. Patil, Suryakant C. Nawle, Sunil J. Kulkarni. Industrial Applications of Fly ash: A Review, International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR). – 2013. – Volume 2, Issue 9. September, – P. 1659-1663.

[17] Report of Vice Minister D. Turganov (Ministry of Industry and New Technologies of the Republic of Kazakhstan), Journal of Energy. – No.1 (36). – 2011.

[18] Law of the Republic of Kazakhstan dated October 23, 2000 N 89-II “On the Accession of the Republic of Kazakhstan to the Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution”.

[19] Law of the Republic of Kazakhstan dated 07.06.2007 N 259-3 “On ratification of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants”.

[20] Joint Monitoring and Evaluation Program for Long-range Transport of Pollutants in Europe (EMEP).

Досмухамедов Н.К., Даруеш Г.С.

Продукты от сжигания угля – дополнительный источник извлечения ценных металлов

Аннотация. В работе на основании анализа текущего состояния угольной отрасли показаны возможности использования продуктов его сжигания в качестве дополнительного источника извлечения ценных металлов. В частности, большие объемы накопленных и текущих золошлаковых отходов могут рассматриваться в качестве сырья для извлечения из них кремнезема, оксида алюминия и РЗМ.

Показано, что устойчивое развитие мировой угольной отрасли, в том числе и Казахстана, обращает на себя внимание с точки зрения разработки инновационных технологий, направленных на комплексную их переработку с высоким извлечением ценных металлов в целевые товарные продукты.

Ключевые слова: уголь, зола, переработка, извлечение, кремнезем, оксид алюминия, редкоземельные металлы, инновационные технологии.

Досмұхамедов Н.Қ., Даруеш Ғ.С.

Көмір жану өнімдері – қосымша бағалы металдарды бөліп алу көзі

Түйіндеме. Жұмыста көмір өндірісінің қазіргі жағдайын талдау нәтижесі негізінде оның жану өнімдерін қосымша бағалы металдарды бөліп алу көзі ретінде қарастыру мүмкіндігі көрсетілген. Әсіресе, көп мөлшерде жиналған және ағымдағы күл шлак қалдықтары кремнезем, алюминий тотығын және ЖСМ бөліп алу үшін бастапқы шикізат ретінде қарастырылуы мүмкін.

Дүниежүзілік көмір өндірісінің тұрақты дамуы және соның ішінде Қазақстанда, оларды кешенді қайта өңдеп тауарлы өнімдерге бағалы металдарды жоғары бөліп алуға бағытталған инновациялық технологияларды жасақтау көзқарасынан өзіне көңіл аударады керектігі көрсетілген.

Түйін сөздер: көмір, күл, қайта өңдеу, бөліп алу, кремнезем, алюминий тотығы, жер сирек металдар, инновациялық технологиялар.

УДК 006.071

T.Saken, J.J.Yesenkulova
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: tolganayka_96@mail.ru)

THE ROLE OF STATISTICS METHODS IN ISO 9000

Abstract. Quality has become the key to success and the main condition determining the increase in the volume of products supplied to national and international markets. Carefully designed and well-functioning quality management systems ensure the profitability of firms and receive significant profits on invested capital. As a result of the introduction of quality management systems, enterprises increase the volume of products, achieve higher productivity, provide a significant reduction in quality costs and increase their competitiveness.

However, not all enterprises achieve an equivalent effect from the sale of their products in the markets. Thus, the quality of products produced by some firms is significantly different from the quality of products produced by others.

Key words: statistical methods, quality, quality tools, enterprises

Т.М. Сәкен, Ж.Ж. Есенкулова
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан
E-mail: tolganayka_96@mail.ru)

РОЛЬ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В СТАНДАРТАХ ISO 9000

Аннотация. Качество стало залогом успеха и основным условием, предопределяющим увеличение объема продукции, поставляемой на национальные и международные рынки. Тщательно разработанные и эффективно функционирующие системы управления качеством продукции обеспечивают рентабельность фирм и получение значительных прибылей на инвестированный капитал. В результате внедрения систем управления качеством предприятия увеличивают объем выпускаемой продукции, добиваются повышения производительности труда, обеспечивают существенное снижение расходов на качество и повышают свою конкурентоспособность.

Однако далеко не все предприятия добиваются равнозначного эффекта от реализации своей продукции на рынках сбыта. Так, качество продукции, выпускаемой одними фирмами, существенно отличается от качества продукции, выпускаемой другими.

Ключевые слова: статистичекие методы, качество, инструменты качества, предприятия

Введение. В настоящее время понятие качества стало намного шире восприниматься производителями и потребителями. Уже недостаточным условием успешной работы предприятия является только производство качественной продукции, так как производитель, не обеспечивший на высоком уровне договорные и сопроводительные мероприятия по реализации своей продукции потребителям, рискует в будущем уступить конкурентам.

При таком положении дел потребитель, который в настоящее время может легко отличить более качественную продукцию от менее качественной, отдает, естественно, предпочтение продукции более высокого качества.

Стремление фирм во всем мире повысить качество выпускаемой продукции объясняется наличием различных уровней качества. В связи с этим методы и средства, обеспечивающие улучшение качества продукции, приобретают первостепенное значение и играют решающую роль в производственной деятельности.

Методы. К одному из таких методов относится организация работы предприятия по общепринятым нормам или стандартам, которые помогают организовать работу предприятия в направлении повышения качества продукции или услуги. В настоящее время одними из таких стандартов являются международные стандарты ISO 9000, в соответствии с которыми можно создавать систему качества на предприятии.[1]

Универсальность семейства стандартов ISO заключается в том, что они не предлагают абсолютных критериев качества для каждого отдельного вида продукции и услуг. Это было бы и невозможно - ведь качество – есть способность продукции или услуг удовлетворять потребности людей, а потребности – бесконечно разнообразны. Стандарты семейства ISO 9000 задают лишь методологию функционирования системы качества, которая в свою очередь должна обеспечивать высокое качество продукции и услуг,

производимых предприятием, иными словами – обеспечивать высокую степень удовлетворенности потребителей.[2]

Сертифицированная система качества, прежде всего, необходима предприятиям, которые претендуют на иностранные инвестиции или стремятся привлечь зарубежных заказчиков. По оценкам экспертов, разница в закупочных ценах у поставщиков, имеющих таковую систему и не имеющих ее, может достигать 50 %.

В методологическом плане принципиально важным для всего семейства стандартов ISO серии 9000 является введенное положение о том, что вся работа, выполняемая организацией, рассматривается как совокупность взаимосвязанных процессов. Соответственно общее руководство качеством достигается через управление процессами, реализуемыми в организации и умением применять статистические методы.[3]

В пунктах стандарта содержатся описание всех требований по качеству, которые компания должна обеспечить, чтобы подтвердить свою способность выполнять требования к качеству и чтобы быть сертифицированной в соответствии с одним из базовых стандартов ISO серии 9000. В каждом из этих пунктов показано, что требует стандарт по качеству, а задача компании состоит в том, как эти требования реализовать на практике.[4]

Одной из главных областей применения стандартов ISO является подтверждение, что организация может продемонстрировать, что его система обеспечения качества организована так, чтобы предупредить случаи несоответствия на всех стадиях, начиная с проектирования и кончая сервисом.[5]

Особенно важно, чтобы установленные в компании процессы гарантировали как соответствие системы требованиям по качеству стандарта ISO, так и адекватность действующей в компании СМК требованиям потребителя. Эти процессы, если они хорошо выполнены и находятся под контролем, предоставляют собой динамичную СК, способствующую непрерывному росту рентабельности и эффективности работы поставщика. Поэтому одним из важнейших требований ISO 9000 является управление процессом, основными этапами которого являются планирование, измерение, отслеживание процесса посредством сравнения измеренных значений с эталонными. Управление же — регулирование процессами на базе информации, полученной по результатам сравнения, или иначе применение статистических методов на этапах планирования и управления процессом.[6]

Стандарты серии ISO 9000 побуждают производителей использовать статистические методы, поскольку это обусловлено тем, что зарубежный опыт, накопленный на протяжении многих десятилетий, показал высокую эффективность статистических методов при решении проблем в сфере промышленного производства, обслуживания и в других областях.

Успех и востребованность статистических методов, прежде всего, объясняется экономическими причинами, т. е. при использовании статистических методов снижаются уровень брака и денежные потери.[7]

Контроль процесса предусматривает инспекцию процесса путем измерения параметров качества в каждой (критичной для качества процесса) точке. если невозможно фиксировать параметр качества (измерять его) продукции, то для данной операции в соответствии необходимо определить и контролировать параметры процесса, оказывающие определяющее влияние на параметр качества продукции, который невозможно проконтролировать в процесс производства. Для ясности понимания вопросам применения статистических методов в управлении качеством важно определить понятия.

Управление качеством – методы и виды деятельности оперативного характера, которые используют для выполнения требований к качеству.[8]

Продукция, качество которой не соответствует установленным требованиям потребителя, выявляется путем анализа поступивших и признанных рекламаций в соответствии с требованиями стандарта предприятия.

Статистическое управление качеством – та часть управления качеством, в которой применяются статистические методы.[9]

Статистически управляемое состоянием процесса – состояние, описывающее процесс, из которого удалены все особые причины изменчивости и остались только обычные причины. То есть, наблюдаемая изменчивость может быть объяснена постоянной системой случайных причин; отражается на контрольной карте отсутствием точек за контрольными границами, трендов и неслучайного поведения в контрольных границах.

Изменчивость – неизбежные различия среди индивидуальных результатов процесса, их источники могут группироваться в два основных класса: обычные причины и особые причины.

Обычная причина вариабельности - источник изменчивости, влияющий на индивидуальные значения результатов процесса, при анализе контрольной карты проявляется как часть случайной изменчивости процесса.

Особая причина вариабельности - источник изменчивости, которая может прерываться, часто непредсказуема, иногда называется неслучайной причиной; о ней сигнализирует точка за контрольными границами, серия точек или неслучайное поведение точек в контрольных границах.

Основные этапы статистического управления качеством:

- статистическое обследование,
- наладка процесса,
- статистическое управление.

Организация должна устанавливать адекватные статистические методы для подтверждения приемлемости возможностей процесса и характеристик продукции.

В случае необходимости производитель продукта должен разработать процедуры, обеспечивающие выбор статистических методов, необходимых для проверки возможности технологического процесса и приемлемости характеристик продукции, проверки качества поставок или комплектующих.

Область применения и планы статистических методов контроля также устанавливается изготовителем. В необходимых случаях он согласовывает их с потребителем или заказчиком.

Следует подчеркнуть, что сами по себе стандарты ISO серии 9000 не создают удовлетворения потребителя, но они являются фундаментом, на котором организация, следуя требованиям ISO 9000, сможет создать Систему менеджмента качества, удовлетворяющую требованиям потребителя.[10]

Статистический контроль процесса, формы и содержания рабочих планов контроля представляют собой документы в виде формы статистического контроля процесса и различных отчетов в области качества. Эти формы и связанные с ними инструктивные документы (как собирать информацию, как заполнять эту информацию в формы, как ее использовать, какие средства контроля качества могут быть использованы, как вносить поправки и т.п.) являются основной формой контроля оперативных действий.

Поясним коротко некоторые варианты применения статистических методов в управлении качеством согласно требованиям ISO 9000, давая им краткие характеристики.

Ответственность руководства. Э.Деминг, Д.Джуран считают, что руководство решает 80 - 90 % организационных проблем. Стандарт требует четкого ответа на вопросы: кто ответствен за гарантию того, что продукт или сервис, заказанный потребителем (покупателем), соответствует его требованиям по качеству и сроку исполнения, и кто гарантирует, что система управления качеством организации эффективна?

Статистические методы (например, диаграмма Парето, диаграмма Исикава, карты Шухарта) помогают систематически находить проблемы в области качества и решать их, определять какие из проблем носят случайный или постоянный характер. Такая систематизация причин позволяет выявить наиболее проблемные места в системе управления организации, так называемые «узкие места» и эффективно построить организационную структуру.

Ответственность, полномочия, взаимодействие руководства и персонала, выполняющего и проверяющего работу, которая влияет на качество, должны быть четко определены. Это особенно касается персонала, которому необходима организационная свобода. Например, существует соблазн у многих руководителей сказать: «За всё качество в компании несёт ответственность отдел по качеству». Поскольку продукция приобретает качество в процессе проектирования и производства, а не в процессе контроля, то правильнее возложить ответственность за качество, как на рабочий персонал, так и на работников функциональных (конструкторов, технологов, метрологов, металлургов, контролеров) подразделений предприятия.

Согласно стандарту ISO 9000 должно быть четко определено, кто управляет, и кто проверяет систему управления качеством. Этот персонал должен иметь свободу и полномочия, а также уметь использовать статистические методы, что гарантирует выявление проблем качества и причин несоответствия.

Этот персонал позже будет также проверять, насколько успешны новые решения. Он должен иметь право остановить процесс, если это необходимо. В большинстве компаний организационные проблемы частично решают интуитивно, без использования статистических методов.

Очень важно определить ответственность и полномочия по управлению некачественной продукцией и сервисом, т.е. функции того, кто:

• хранит записи всех идентифицированных проблем качества;
• начинает деятельность по предупреждению случаев несоответствия;
• обеспечивает, чтобы применялись правильные (корректные) действия;
• отслеживает задержание некачественной продукции до тех пор, пока
• корректирующие действия не будут выполнены.

Как видно из функций, управление некачественной продукцией – это, прежде всего, управление информацией о некачественной продукции, а средство управления информации – это статистические методы анализа.

Кроме того, стандарт требует, чтобы организация обеспечила проверку (контроль, процесс отслеживания, инспекцию и т.п.) силами:

• подготовленного персонала;
• независимым персоналом (аудиторами), который непосредственно не отвечает за выполнение контролируемой работы.

В организации должен быть введен внутренний аудит, проводимый собственными силами. Персонал аудита должен заниматься проверкой деятельности, которая осуществляется регулярно, например 1 раз в год. Персонал должен быть специально обучен статистическими методами анализа информации.

Анализ со стороны руководства. Этот параграф стандарта требует подтверждения уверенности высшего руководства в том, что применяемая компанией СМК обеспечивает постоянное соответствие выбранному стандарту.

Руководство организации должно регулярно пересматривать результаты применения СМК, чтобы определить, какие меры принимать для ее улучшения. Для постоянного улучшения необходимо иметь документы, фиксирующие результаты анализа, а именно:

• результаты инспекции и испытаний;
• стоимость качества;
• базу данных внутреннего аудита;
• обратную связь от потребителя.

Эта работа должна вестись постоянно. Поскольку получаемые в результате выводы могут относиться к любому подразделению предприятия, должно быть обеспечено проведение независимого анализа и оценки по средствам статистических методов анализа.

Главное значение статистических методов управления качеством продукции в организации -это создание условий для эффективного принятия оптимального управленческого решения с использованием накопленной информации между смежными подразделениями в организации и внешней средой.

Многие успешные компании применяют статистические методы для получения конкурентных преимуществ, разрабатывают информационные сети и автоматизированные системы для ускорения процесса получения информации.

Статистическая управляемость процессов и принятие решений на основе фактов – это основные требования, предъявляемые международными стандартами ISO 9000 к системе качества, которые могут быть выполнены благодаря внедрению статистических методов. Важнейшей составляющей статистического управления является осуществление корректирующих мероприятий в направлении совершенствования организации, в противном случае применение статистических методов будет бесполезным расходом ресурсов.[11]

Результаты. Используемые в сегодняшней практике предприятий статистические методы можно подразделить на следующие категории:

• методы высокого уровня сложности, которые используются разработчиками систем управления предприятием или процессами. К ним относятся методы кластерного анализа, адаптивные робастные статистики и др.,
• методы специальные, которые используются при разработке операций технического контроля, планировании промышленных экспериментов, расчетах на точность и надежность и т.д.,
• методы общего назначения, в разработку которых большой вклад внесли японские специалисты. К ним относятся «Семь простых методов» (или «Семь инструментов качества»), включающие в себя контрольные листки; метод расслоения; графики; диаграммы Парето; диаграммы Исикавы; гистограммы; контрольные карты.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Исикава К. Японские методы управления качеством. – М.: Экономика, 1988.

[2] Гиссин В.И. Управление качеством продукции: Учебное пособие. – Ростов на Дону: Феникс, 2006. – 432 с.

[3] Леонов И.Г., Аристов О.В. Управление качеством продукции. – М.: Стандарты, 2006.

[4] Лифиц И.М. Основы стандартизации, метрологии и управления качеством товаров: Учебник для вузов. – М.: ТОО «Люкс-арт», 2005. – 168 с.

[5] Кусакин И.А., Афанасьев Н.М., Хейфец М.Л. Статистические методы управления качеством: Справочное пособие. – Мн.:БелГИСС - Полоцк: ПГУ, 2000. –56с.

[6] Р 50-601-19-91. Рекомендации. Применение статистических методов регулирования технологических процессов.

[7] СТ РК ГОСТ Р 50779.42-2003 (ИСО 8258-91). Статистические методы. Контрольные карты Шухарта.

[8] СТ РК ГОСТ Р 50779.10-2003 (ИСО 3534.1-93). Статистические методы. Вероятность и основы статистики. Термины и определения.

[9] СТБ ГОСТ Р 50779.70-2001 (ИСО 2859.0-95). Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Часть 0. Введение в систему выборочного контроля по альтернативному признаку на основе приемлемого уровня качества AQL.

[10] СТ РК ГОСТ Р 50779.71-2003 (ИСО 2859.1-89). Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Часть1. Планы выборочного контроля последовательных партий на основе приемлемого уровня качества AQL.

[11] ГОСТ Р 50779.74-99 (ИСО 3951-89). Статистические методы. Процедуры выборочного контроля и карты контроля по количественному признаку для процента несоответствующих единиц продукции.

Сәкен Т.М., Есенкулова Ж.Ж.

Iso 9000 стандарттарындағы статистикалық әдістердің рөлі

Түйіндеме. Сапа табыстың кепілі және ұлттық және халықаралық нарықтарға жеткізілетін өнім көлемінің ұлғаюын алдын ала анықтайтын негізгі шарт болды. Өнімнің сапасын басқарудың мұқият әзірленген және тиімді жұмыс істейтін жүйелері фирмалардың рентабельділігін және инвестицияланған капиталға елеулі пайда алуды қамтамасыз етеді. Кәсіпорынның сапасын басқару жүйесін енгізу нәтижесінде шығарылатын өнімнің көлемін ұлғайтады, еңбек өнімділігін арттыруға қол жеткізіледі, сапаға жұмсалатын шығыстардың айтарлықтай төмендеуін қамтамасыз етеді және өзінің бәсекеге қабілеттілігін арттырады.

Алайда, барлық кәсіпорындар өткізу нарықтарында өз өнімдерін өткізуден бірдей әсер ете алмайды. Мәселен, бір фирмалар шығаратын өнім сапасы басқалармен шығарылатын өнім сапасынан айтарлықтай ерекшеленеді.

Түйін сөздер: статистикалық әдістер, сапа, сапа құралдары, кәсіпорындар

УДК 681.3

[1]S.N. Boranbayev, [2]A.S. Boranbayev, [3]Y.P. Yatsenko, [4]N.V. Hritonenko, [5]Y.B. Tulebayev

([1,5] L.N.Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan

[2] Nazarbayev University, Kazakhstan

[3] Houston Baptist University, USA

[4] Prairie View A & M University, USA

E-mail: [1]sboranba@yandex.kz, [2]aboranbayev@nu.edu.kz,

[3]yyatsenko@hbu.edu, [4]nahritonenko@pvamu.edu, [5]erjay_1501@mail.ru)

MODIFICATIONS OF MODELS AND ALGORITHMS FOR THE RATIONAL EXCHANGE OF EQUIPMENT FOR EXTERNAL NETWORK RESOURCES AT OPTIMUM CHOICE AMONG EXISTING COALITIONS

Abstract: The article is devoted to the development of modifications of models and algorithms for the rational replacement of equipment with external network resources, when the decision of the company management offers the best choice among existing coalitions.

Keywords: Information system, model, modeling, economics, technological update, management.

1. Introduction

Traditional equipment replacement models are based on statistical methods and calculate the required amount of equipment using statistical data on possible equipment failures. Such models usually assume a constant environment and exclude technical progress. In this case, it is advisable to consider the financial and technological aspects of rational updating of the main equipment of the company using modern tools of

mathematical economics. In this work, unlike other similar studies, the equipment life is considered as an endogenous variable. In this regard, in order to determine this variable, it is necessary to formulate a hierarchical task of optimizing the equipment upgrade policy.

The article considers two main factors of equipment management in a modern company: technological changes (TI) and external network factors. External network effects (network effects) are studied in the economics of networks, in which it is assumed, for example, that the value of computer equipment increases when more software applications can run on this equipment.

Consider the case when a company that produces a computer-related product or service (hardware or software dealers, application service providers, e-commerce, etc.) makes extensive use of information technology (IT). The problem arises of the optimal choice and replacement of the company's IT capital. The ability to measure and predict the performance of an IT business is critical to the effective use of IT. IT capital is subject to significant network effects, in particular, firm performance and operating costs largely depend on the correct choice of computer hardware platform (PC, UNIX or mainframe). Network effects are relevant in any other industry that has a distribution / repair network, such as telecommunications, the Internet, ATM networks, and so on. Rational management of a single firm in such an economy is required.

It is generally accepted that TI, in technology-oriented industries, embodies all the age-related capabilities of production. Corresponding models are known as vintage capital models (VKM). VKMs are described by Volterra integral equations of a special type. The key problem in VKM is the optimal replacement of obsolete capital in accordance with the existing TI. There is a need to use capital models with an age structure. In fact, such discrete models of optimal replacement of equipment have existed since the 70s of the last century. However, a qualitative analysis was not done due to mathematical difficulties.

Choosing a network coalition is part of the rational management of technology updates at the firm level. However, the static nature of this problem is different from dynamic optimization, which depends on overhauls and the life of the capital. To resolve this contradiction, we propose the construction of a two-level hierarchical optimization problem. Hierarchical optimization includes: (a) the choice of a network coalition (external task) and (b) the dynamic optimization of the replacement of company capital (internal task). These two tasks are interrelated, but under certain conditions they can be solved separately. The solution of an external problem optimizes the choice of a network from several possible fixed options (existing network coalitions). The solution of the internal problem optimizes the investment of the company, the capital structure and the life time of the capital within the framework of VKM. Stationary analysis of the problem reduces the mathematical complexity and focus on the essential features of real-world problems. As a result, important relationships are established between the dynamics of TI and the optimal capital structure.

2. Modifications of models and algorithms for rational replacement of equipment

In problems of rational equipment replacement [1-21], the method of replacing an infinite horizon involves knowledge of the external technological parameters P, A and S on an infinite horizon [0,∞) and defines an infinite optimal sequence of consecutive asset life L_k, k=1,2,…, which minimizes (minimizes) the current value of the total replacement cost compared to [0,∞):

$$PV_\infty(L_1^*, L_2^*, ...) = \min_{L_k, k=1,...;\ 0<L_k\le M} PV_\infty(L_1, L_2, ...)\ , \tag{1}$$

$$PV_\infty(L_1, L_2, ...) = \sum_{k=1}^{\infty} PV_k(L_k, \tau_{k-1}), \tag{2}$$

Unlike optimizing an infinite horizon, other replacement methods work in the case of a limited technological forecast. Namely, we assume that the technological parameters *P(t), A(t,u)* and *S(t,u)* known for $0 \le t \le u \le T < \infty$ on some finite future interval [0, T], where the value of T is not less than the future unknown service life L_1 current asset. To verify this, just accept $T \ge M$.

The Economic Life Method (EL) determines service life L_1, which minimizes the equivalent annual cost of the first asset replacement

$$C_1(L_1) = R(r, L_1) PV_1(L_1, 0)\,. \tag{3}$$

According to the EL method, the first optimal service life EL_1 defined as

$$EL_1 = \arg\min_{0<L\le M} C_1(L)\,. \tag{4}$$

To find the first optimal life (lifetime) EL_1, it is enough to know the functions P(t), S(0, t), and A(0, t) only from the future interval [1, EL_1].

In the general case of non-stationary costs, the EL method gives different optimal lifetimes (lifetimes) EL_1, EL_2,…, for successive replacements k = 1,2,3, ... asset. Search for the first optimal service life (lifetime) EL_1 is the most urgent task in engineering practice.

For clarity, we make the following two assumptions (assumptions) about external technological parameters:

(A) The purchase cost P (t) and the service cost A (t, u) undergo gradual exponential technological improvement at different speeds:

$$P(t) = \overline{P}e^{-c_p t}, \qquad A(t,u) = f(u-t)e^{-c_q t}, \qquad 0 \le t \le u \le T, \tag{5}$$

where function $f(u-t)$ describes an arbitrary depreciation profile of an asset with its age $u-t$.

(B) The value of residual value is insignificant for analysis purposes: $S(t,u)=0$.

Theorem 1. With constant costs of assets (not depending on the current time) and an arbitrary age-dependent deterioration f (u), the life of the first asset L_1 the same in the infinite horizon, EL, modified EL, VH and modified VH methods. Second life time (service life) $L_2 = L_1$ n VH and modified VH methods, and $L_k = L_1$ for k = 2,3, ... in the infinite horizon method.

Theorem 2 (proportional exponential technological change). Let $c_p = c_q = c > 0$ in (5) holds over [0, ∞). Then the optimal lifetimes (service life) of the successively replaced asset in the replacement of the infinite horizon (1) - (2) are equal to: $L_k = L^*$, k = 1, 2,…, where L^* found from a nonlinear equation

$$\frac{1-e^{-(r+c)L}}{r+c} f(L) - e^{-cL}\int_0^L e^{-ru} f(u)du = Pe^{-cL}. \tag{6}$$

Modified EL and modified VH algorithms produce the same lifetime (life) of the first asset $L_1 = L^*$ и $L_2 = L_1 = L^*$ in the modified VH method. First Asset Life L_1 , obtained by the original EL or VH algorithms is greater than L^* (and $L_2 > L_1$ in VH algorithm).

To comply with the literature on real options, hereinafter we assume that both the maintenance costs C(t, u) and the replacement cost R(t) are subject to an exponential technological change and an exponential age degradation

$$C(t,u) = C_0 e^{-gt} e^{bu}, \quad R(t) = R_0 e^{-g_R t}, \quad \square_0 \le t < \infty, \quad 0 \le u < \infty. \tag{7}$$

The parameters g and g_R are the rates of technological change in the costs of maintenance and replacement, and b> 0 describes the increase in the cost of maintenance with the age of the resource.

We call the exponential technological change (7) for $g = g_R$ proportional. Proportional technological changes mean that both operating costs and replacement costs increase at the same rate

Then the condition for the correspondence of values in terms of □(v) becomes

$$\varphi(\bar{v}) = \varphi(1) + e^{(g-g_R)\tau_1} R_0 / C_0 , \tag{8}$$

where $\bar{v}$ - the desired threshold value of the new variable v. The values $\bar{v}$ and $\square_0$ must be determined from (8) and the corresponding condition for smooth bonding.

It can be proved that the stop problem with proportional technological changes provides an accurate solution with an infinite horizon. Indeed, for $g = g_R$, the correspondence condition for values (8) has the form

$$\varphi(\bar{v}) = \varphi(1) + R_0 / C_0 \tag{9}$$

and function value

$$\varphi(v) = \frac{v}{r-b} + \varphi_0 v^{\frac{r+g}{b+g}}$$

same for all consecutive replacements.

Substituting □(v) into condition (9), we find the constant $\square_0$ and we obtain

$$\varphi(v) = \frac{v}{r-b} - v^{\frac{r+g}{b+g}} \frac{(\bar{v}-1)/(r-b) + R_0 / C_0}{\bar{v}^{\frac{r+g}{b+g}} - 1}. \tag{10}$$

Further, the condition of smooth bonding $\varphi'(v) = 0$ and $v =$ leads to a nonlinear equation

$$(b+g)\bar{v}^{1-\frac{r+g}{b+g}} = \bar{v}(b-r)+(r+g)[1+(r-b)R_0/C_0] \tag{11}$$

in relation to the limit value $\bar{v}$.

Using equation (11), function (10) can be written in a simpler form:

$$\varphi(v) = \frac{1}{r-b}\left[v - \frac{b+g}{r+g}\bar{v}^{\frac{b-r}{b+g}} v^{\frac{r+g}{b+g}}\right]. \tag{12}$$

Now we can substantiate the following statement about the stopping problem with a proportional exponential technological change.

Theorem. Let $g = g_R$, и $r > b$. The decision of the halting problem

$$\bar{x} = C_0\bar{v}^{b/(b+g)}, \quad \bar{y} = C_0\bar{v}^{-g/(b+g)}, \quad F = \bar{x}/(r+g), \tag{13}$$

where $\bar{v}>1$ - the only solution to nonlinear equation (11).

Solving the problem of shutdown with recurrence conditions for matching values in successive replacement cycles

$$\bar{x}_k = \bar{x}(\tau_k) = C_0\bar{v}^{1-gk/(b+g)}, \quad F_k = \bar{x}_k/(r+g), \quad k = 1,2,\ldots, \tag{14}$$

with the same duration of all replacement cycles $\tau_{k+1} - \tau_k = L = \ln\bar{v}/(b+g)$, $k = 1,2,\ldots$.

The confirmation. This work was carried out in the framework of research grant No. AP05131784 of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan for 2018-2020.

REFERENCES

[1] N.Hritonenko, Yu.Yatsenko, and S.Boranbayev. Environmentally sustainable industrial modernization and resource consumption: Is the Hotelling's rule too steep, Applied Mathematical Modelling, 39, 2015, p.4365–4377.

[2] N.Hritonenko and Yu.Yatsenko, Mathematical Modeling in Economics, Ecology and the Environment, Series "Mathematical Masterpieces Abroad", vol. 23, Science Press, China, 2006, 210 p. (reprint of the 1stedition of Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1999).

[3] N.Hritonenko, Yu.Yatsenko, The dynamics of asset lifetime under technological change,Operations Research Letters, 36, 2008, p.565-568.

[4] N.Hritonenko and Yu.Yatsenko, Technological innovations, economic renovation, and anticipation effects, Journal of Mathematical Economics, 46, 2010, p.1064-1078.

[5] Boranbayev S. Mathematical Model for the Development and Performance of Sustainable Economic Programs, International Journal of Ecology and Development, Vol. 6, No. W07, Winter 2007, p.15-20.

[6] Boranbayev S.N., Hritonenko N.V., Yatsenko Yu.P. Modeling of rational replacement of equipment for economic and technological renewal. Proceedings the V International Scientific and Practical Conference «Intellectual Information and Communication Technologies as Tools for Realization of the third Industrial Revolution Devoted for the Strategy Kazakhstan-2050». - Astana, 2018, pp.212-215.

[7] Boranbayev S.N., Boranbayev A.S., Seitkulov E.N., Nurusheva A.M., Ersakhanov K.B. Modeling of economic and technological renewal. Proceedings the V International Scientific and Practical Conference «Intellectual Information and Communication Technologies as Tools for Realization of the third Industrial Revolution Devoted for the Strategy Kazakhstan-2050». - Astana, 2018, p.215-218.

[8] Boranbayev S.N., Boranbayev A.S., Seitkulov E.N., Tashtay B.A., Tulebayev E.B. Models and methods for optimal replacement of equipment with the improvement of technology. News of the Khoja Akhmet Yassawi Kazakh-Turkish International University (Mathematics, Physics, Computer Science Series). 2018, №1 (4), Vol.1, pp.24-27.

[9] Boranbayev S.N., Boranbayev A.S., Yatsenko Yu.P., Hritonenko N.V. Modifications of models and methods of replacing assets with the improvement of technology, limited availability and uncertainty of data. News of the Khoja Akhmet Yassawi Kazakh-Turkish International University (Mathematics, Physics, Computer Science Series). 2018, №1 (4), Vol. 2, pp.35-38.

[10] A.S. Boranbayev, S.N. Boranbayev, A.M. Nurusheva. Optimal replacement of assets in the simulation of economic and technological renewal. VESTNIK KazNRTU, 2018, №5 (129), pp.324-330.

[11] Yuri Yatsenko, Natali Hritonenko, Seilkhan Boranbayev. Modeling of technological renovation under environmental uncertainty and resource scarcity. Abstracts of papers presented to the American Mathematical Society. Volume 39, Number 1, Issue 191, 2018, P.329.

[12] Al-Chalabi, H., Lundberg, J., Ahmadi, A., Jonsson, A. (2015). Case study: Model for economic lifetime of drilling machines in the Swedish mining industry, The Engineering Economist, 60, 38-154.

[13] Bethuyne, G. (1998). Optimal replacement under variable intensity of utilization and technological progress, Engineering Economist, 43, 85-106.

[14] Büyüktahtakın, I.E., Hartman, J.C. (2016). A mixed-integer programming approach to the parallel replacement problem under technological change, International Journal of Production Research, 54, 680-695.

[15] Christer, A.H., Scarf, P.A. (1994). A robust replacement model with applications to medical equipment, Journal of the Operational Research Society 45, 261-275.

[16] des-Bordes, E., Büyüktahtakın, I.E. (2017). Optimizing capital investments under technological change and deterioration: A case study on MRI machine replacement, The Engineering Economist, 62, 105-131.

[17] Elton, E. J., Gruber, M. J. (1976). On the optimality of an equal life policy for equipment subject to technological improvement, Operational Research Quarterly, 27, 93-99.

[18] Fitzpatrick, A. (2017). Hand me that wrench: farmers and Apple fight over the toolbox, Time, July 3, 2017, 20-21.

[19] Goetz, R., Hritonenko, N., Yatsenko, Yu. (2008). The optimal economic lifetime of vintage capital in the presence of operating cost, technological progress, and learning, Journal of Economic Dynamics and Control, 32, 3032-3053.

[20] Grinyer, P. (1973). The effects of technological change on the economic life of capital equipment, AIIE Transactions, 5, 203-213.

[21] Hartman, J., Tan, C. H. (2014). Equipment replacement analysis: a literature review and directions for future research, The Engineering Economist, 59, 136-153.

Боранбаев С.Н., Боранбаев А.С., Яценко Ю.П., Хритоненко Н.В., Тулебаев Е.Б.

Модификации моделей и алгоритмов для рационального обмена оборудованием для внешних сетевых ресурсов при оптимальном выборе среди существующих коалиций

Аннотация. Статья посвящена разработке модификации моделей и алгоритмов рациональной замены оборудования на внешние сетевые ресурсы, когда решение руководства фирмы предлагает оптимальный выбор среди существующих коалиций.

Ключевые слова: информационная система, модель, моделирование, экономика, технологическое обновление, управление.

Боранбаев С.Н., Боранбаев А.С., Яценко Ю.П., Хритоненко Н.В., Тулебаев Е.Б.

Қолданыстағы коалициялар арасында оңтайлы таңдау жасай отырып, сыртқы желілік ресурстарға жабдықты ұтымды алмасудың модельдері мен алгоритмдерін өзгерту

Аннотация. Мақала компания басшылығының шешімімен қолданыстағы коалициялар арасында ең жақсы таңдауды ұсынған кезде сыртқы желілік ресурстармен жабдықты ұтымды ауыстырудың алгоритмдері мен модельдерін жасауға арналған.

Түйін сөздер: ақпараттық жүйе, модель, модельдеу, экономика, технологиялық жаңарту, басқару.

ӘӨЖ 665.613.32

G.Kh .Konyrbayeva, S.S. Satayeva
(West Kazakhstan Agrarian Technical University Zhangir Khan, Uralsk, Kazakhstan.
E-mail: Gul_6767@bk.ru)

THE RESEARCH OF OIL SLUDGE FOR USE IN ROAD CONSTRUCTION

Abstract. The article presents the results of the analysis of oil sludge deposits in the Western regions of Kazakhstan. The physicochemical properties of oil sludge have been studied. It allows conclusions to be drawn for choosing the best ways to recycle and use them.

Key words: oil sludge, fractional composition, mechanical impurities, oxidation process, bitumen.

Г.Х. Конырбаева, С.С. Сатаева
(Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық- техникалық университеті, Орал, Қазақстан Республикасы, e-mail: Gul_6767@bk.ru)

МҰНАЙ ШЛАМДАРЫН ЖОЛ ҚҰРЫЛЫСЫНДА ҚОЛДАНУ ҮШІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Мақалада Батыс Қазақстан өңірінің кен орындарының мұнай шламдарының физика-химиялық қасиеттері зерттелді. Олардың қасиеттерінің кейбір зерттеу нәтижелері көрсетілген. Бұл зерттеулер мұнай шламдарын екіншілік өңдеп және өндірісте қолдануға мүмкіндік беретіндігі қарастырылған.

Түйінді сөздер: мұнай шламдары, фракционды құрамы, механикалық қоспа, тотықтыру процесі, битум.

Мұнай өңдеу өнеркәсіптеріндегі өндіріс орындары қоршаған ортаның объектілеріне техногенді әсер етеді. Сондықтан қоршаған ортаны қорғау және табиғи ресурстарды тиімді пайдаланудың маңызы зор. Қоршаған ортаның компоненттерін – беткі және жер асты суларын, өсімдік қабатын, атмосфераны ластайтын заттардың бірі мұнай қалдықтары – мұнай шламдары болып табылады.

Қазіргі уақытта мемлекетіміздің алдындағы негізгі мақсат қоршаған ортаны қалдықтармен ластануды азайту болып отыр. Ол үшін барлық шаруашылық өндірістерінде ресурстарды қорғау және қалдықсыз технологияны ендіру; ресурстарды қайталап пайдалану жүйесін дамыту, соның ішінде қалдықтарды өңдеу қажет. Мұнай өндіру және өңдеу процестері өте көп мөлшерде қалдықтардың түзілуімен жүзеге асады. Құрамына қарай қоршаған ортаға зиянды әсер ететін қалдықтардың көп тараған түрлері – мұнай шламдары [1].

Мұнайды ыдыстарда сақтағанда қабаттанып, құрамы мен қасиеттері мұнайдың қасиеттеріне байланысты болатын мұнай шламдары резервуардың түбіне тұнады. Мұнай резервуарындағы мұнай шламдары паста тәрізді агрегаттық жүйе. Мұнай шламдары – мұнай өнімдерінен, механикалық қоспалардан (саз, металл оксидтері, құм) және судан тұратын күрделі физика-химиялық қоспа. Мұнай шламдарын құрайтын элементтер қатынасы әр түрлі болуы мүмкін. Олар өңдеу, өндіру және мұнайды тасымалдау сияқты өндіріс процестерін жүргізген кезде түзіледі [2].

Қазіргі кезде мұнай шламдарын жою дәрежесі өте жоғары емес. Оларды өңдеу үшін жою және индустриалды технологиялар қолданылады. Ең көп тараған әдістердің бірі – өртеу әдісі. Сондықтан мұнай өндіруші аймақтардағы құрамында мұнайы бар шламдарды қайта кәдеге жарату және қайта өңдеу, қоршаған ортаны қорғаудағы негізгі мәселелердің бірі.

Табиғатта физика-химиялық сипаттамаларына және құрамына қарай бірдей шламдар болмайды.

Түзілу әдісіне және физика-химиялық құрамына байланысты мұнай шламдары бірнеше түрлерге бөлінеді:

1. Тұндырмалы мұнай шламдары, мұнайды құйғаннан кейін, әр түрлі су қоймаларының түбінде түзіледі.

2. Скважиналарды бұрғылаған кезде көмірсутек негізінде түзілетін мұнай шламдары.

3. Мұнай өндіріп, оны тазалаған кезде түзілетін мұнай шламдары. Скважиналардан өндіретін мұнайдың құрамында алуан түрлі тұздар, қатты көмірсутектер, механикалық қоспалар (соның ішінде тау жыныстарының бөлшектері) болады.

4. Резервуарлы мұнай шламдары – әр түрлі резервуарларда мұнайды тасымалдап және сақтаған кезде түзілетін қалдықтар.

5. Грунтты мұнай шламдары – мұнай төгілген кезде топырақпен қосылғанда түзілетін өнімдер [3].

Мұнай шламдары үш түрлі фракциядан тұрады: сулы, мұнайлы және қатты.

Мұнайлы-мазутты қабат (3-30 см) – тек мазуттан тұрады.

Сулы қабат (50-150 см) – судан тұрады, оның көлемінде эмульсионды және тамшылы көмірсутектер бетіне қалқып шығып, ал суспензиялы-көмірсутекті агрегаттар тұнады.

Қара түсті жаңашламды қабат (20-50 см) – қатты механикалық қоспалармен бірге тұнатын «мазутты» көмірсутектерден тұрады. Оның қара түсті болуы, бетіне әлі қалқып шықпаған «мазутты» көмірсутектердің құрамының өте көп мөлшерде болуына байланысты.

Эмульсионды-шлам қабаты (30-100 см) – көмірсутектер күрделі суспензиялы-эмульсионды агрегатты күйде болады, мұндағы механикалық қоспалар микрометрмен есептеледі. Қара-сұр түсті, тұтқырлылығы жоғары, суда еріткенде және механикалық әсер еткен кезде өзгеріске ұшырайды.

Суспензиялы-шлам қабаты (80-150 см) – өлшемі 10 мкм жоғары болатын механикалық қоспалардан тұрады; көмірсутектер көбіне адсорбирленген күйде болады. Ашық-сұр түсті, пластикалы-тұтқырлы қасиеттері бар, механикалық әсерден өзгеріске ұшырамайды.

Битумды-шлам қабаты (30-60 см) – механикалық және престелген ауыр көмірсутекті қоспалардан тұрады. Сұр-қара түсті, ақпайды, ауыр қозғалады, қозғалу үшін жоғары температура мен үлкен механикалық күшті қажет етеді, суда тіпті сұйылтылмайды [4].

Мұнай шламдарының жоғарғы қабаты 5 % дейін жұқадисперсті қоспалардан тұрады, және ол «судағы май» эмульсия түріне жатады. Бұл қабаттың 70-80 % май, 7-20 % шайыр, 6-25 % асфальтендер, 1-4 % парафиндер құрайды, ал судың құрамы 5-8 % болады. Мұнай шламдарының жоғарғы қабатының органикалық бөлігі қасиеттері мен құрамы жағынан резервуарларда сақталатын бастапқы мұнай өнімдерімен ұқсас. Көлемі бойынша аз ортаңғы қабат, «майдағы су» болатын

эмульсияның түріне жатады. Ол 1,5-15 % механикалық қоспалар мен 70-80 % судан тұрады. Келесі қабат тығыздығы 1,01-1,19 г/см^3 болатын минералданған судан түзіледі.

Түбіндегі қабат қатты фаза болып табылады, 45 % дейін органикадан, ал 52-88 % қатты механикалық қоспалардан, темір оксидтерінен тұрады. Түбіндегі қабат 25 % дейін судан тұратын сулы қабат. Мұнай шламдарының резервуарлы түрі құрамы мен қасиеттері бойынша әр түрлі болады, сондықтан оларды өңдеу барысында әр түрлі технологиялық әдістер қолданылады.

Мұнай шламдарын екіншілік шикізат ретінде қолдану үшін олардың құрамы, қасиеттері және экологиялық қауіптілігі анықталу қажет.

Мұнай шламдарын өңдеуде жол құрылысы үшін мұнай битумдарын алу негізгі бағыттардың бірі [5].

И.М. Губкин атындағы Ресей мемлекеттік мұнай және газ университетінің ғалымы Д.В. Лямин «Мұнай шламдарын өңдеп, мұнай битумдарының компоненттерін алу мақсатындағы зерттеу мүмкіндіктері» деген жұмысында Мәскеу мұнай өңдеу зауытының мұнай шламдарынан мұнай битумдарының компоненттерін алу мүмкіндіктерін қарастырды. Алдымен оның негізгі физика-химиялық сипаттамасы, құрамы және қасиеттері анықталды. Алынған мәліметтер қиын қайнайтын компоненттердің көп мөлшерде бар екендігі, шламның көмірсутек бөліктерінің тығыздығының және тұтқырлығының жоғары, сонымен бірге шайыр, асфальтендер және полициклді көмірсутектердің мөлшерінің жоғары екендігі, өңдеудің жаңашыл әдістерінің бірі тауар битумдарын немесе тауарлы битум компоненттерін алуға болатындығын көрсетті. Мәліметтер үлгіні механикалық қоспалардан және судан тазартқанда, бірнеше уақытқа созылатын химиялық реагенттерді қолдана отырып, термиялық гравитациялы тұндырудың тиімділігінің аз екендігін көрсетті. Осыған байланысты процесті жылдамдату мақсатында айналмалы күштердің көмегімен үлгілерді толық фазаларға бөлуге мүмкіндік беретін центрифугирлену процесі ұсынылды. Жұмыс барысында химиялық реагенттің концентрациясы, процестің температурасы және уақыт жағдайы анықталды. Алынған битумдар тұтқыр жол битумдарына арналған МЕМСТ 22245-90 талаптарына сай екендігі анықталған.

Ташкент қаласының жалпы және бейорганикалық химия ғылыми институтының ғалымдары Р.А. Лем, А.А. Агзамходжаевтың «Буландыру-тазалау станциясының мұнай шламдарынан мұнай битумын алу» жұмысында, жол құрылысына қажетті мұнай битумдарын Алтыарық буландыру-тазалау станциясының мұнай шламдарынан алу мүмкіндігі қарастырылған [6, 43 б].

Қазақстанда мұнайдың негізгі бөлігі Батыс өңірінде өндіріледі. Мұнда ірі және мұнайға бай, Қашаған, Теңіз, Өзен, Қарашығанақ және басқа да кен орындары орналасқан.

Сондықтан, Батыс өңірінің мұнай кен орындарының төрт үлгісі зерттелді. Талдауға Чинарев және Маңғышлақ мұнай-газ кен орындарының мұнай шламдары алынды.

Чинарев мұнайгаз конденсатты кен орны, 1991 жылы Батыс Қазақстан облысында ашылған ірі кен орындарының бірі. Чинарев мұнайгаз конденсатты кен орны Орал қаласынан солтүстік-шығысқа қарай 80 км. қашықтықта, Зеленов ауданында орналасқан. Кен орынның қоры 49 миллиард кубтық метр табиғи газды және 35 миллион тонна мұнайды құрайды. Кен орынның операторы қазақстандық мұнай компаниясы Жайықмұнай болып табылады.

Қаламқас мұнайгаз кен орны 1976 жылы Маңғыстау облысының Бузашы аралында ашылған. Қазбалар 0,5-1,1 км. тереңдікте кездеседі. Мұнайдың геологиялық қоры 500 миллион тонна.

Жетібай - Маңғыстау облысының Манғышлақ аралындағы ірі мұнайгазконденсатты кен орны.

Жетібай кен орны 1961 жылы ашылып, № 6 скважинадан бірінші Маңғыстау мұнайы алынған. Мұнай кендері 1,7-2,4 км. тереңдіктен өндіріледі. Мұнайдың геологиялық қоры 345 млн. тонна, мұнайдың қалдық қорлары 68 млн. тоннаны құрайды. Қазіргі кезде кен орындардың жұмыстарын Маңғыстаумұнайгаз және Жетыбаймұнайгаз компаниялары жүргізеді.

1. Чинарев мұнай-газ кен орнының мұнай шламдары (№ 1 және № 4 сынамалар);

2. Маңғышлақ (Жетібай кен орнының мұнай шламы (№ 2 сынама) және Қаламқас кен орнының мұнай шламы (№ 3 сынама).

№ 1 Чинарев мұнай-газ кен орнының мұнай шламы сұйық, қара түсті, өткір иісті масса. Сынама кен орнына жақын жердегі резервуардан алынған.

№ 2 Жетібай кен орнының мұнай шламы топырақ тәрізді қара-қоңыр түсті масса. Өткір иісі жоқ. Сынама №310 скважинадан, 3192 м. тереңдіктен алынған.

№ 3 Қаламқас кен орнының мұнай шламы қара түсті жартылай сұйық масса, қатты өткір иісі жоқ. Сынама №215 скважинадан, 2119 м. тереңдіктен алынған.

№ 4 Чинарев мұнай-газ кен орнының мұнай шламы қою, қара түсті, қатты өткір иісі жоқ масса. Сынама кен орнына жақын жердегі резервуардан алынған.

Мұнай шламының негізгі физика-химиялық көрсеткіштері анықталды:

- мұнай шламындағы су мөлшері, %. МЕМСТ 2477;
- механикалық қоспа мөлшері, %. МЕМСТ 6370 ;
- мұнай шламының фракциялық құрамы. МЕМСТ 2177.

Мұнай және мұнай өнімдеріндегі судың мөлшері Дина және Старк әдісімен анықталды. Ол мұнай немесе мұнай өнімінің еріткіштермен азеотропты айдалуына негізделген.

Ал, мұнай шламдарының фракциялық құрамы «АРНС-2» қондырғысында МЕМСТ 2477-99 бойынша жүргізіліп, анықталды. Фракционды құрамды анықтау әдісі дистилляциялауға – көмірсутек шикізатының күрделі қоспаларының қайнау температуралары бойынша айырмашылықтары болатын, әр түрлі фракцияларға бөліну процесіне негізделген.

Мұнай шламдарының құрамындағы механикалық қоспалар МЕМСТ 6370-83 бойынша жүргізіліп, үлгіні жеңіл еріткіштермен ерітіп, сүзіп, сүзгіде кептірілген тұнбаны өлшеу арқылы анықталды.

Алынған зерттеу нәтижелері 1-кестеде көрсетілген.

1-кесте. **Мұнай шламдарының физика-химиялық көрсеткіштері**

№	Көрсеткіштер	Үлгі			
		1	2	3	4
1	Су мөлшері, %	0,4	6,05	3,9	0,3
2	Фракциондық құрамы, мг/кг	68,22	42,20	66,70	58,60
3	Механикалық қоспалар, %	0,29	22,70	8,50	10,70

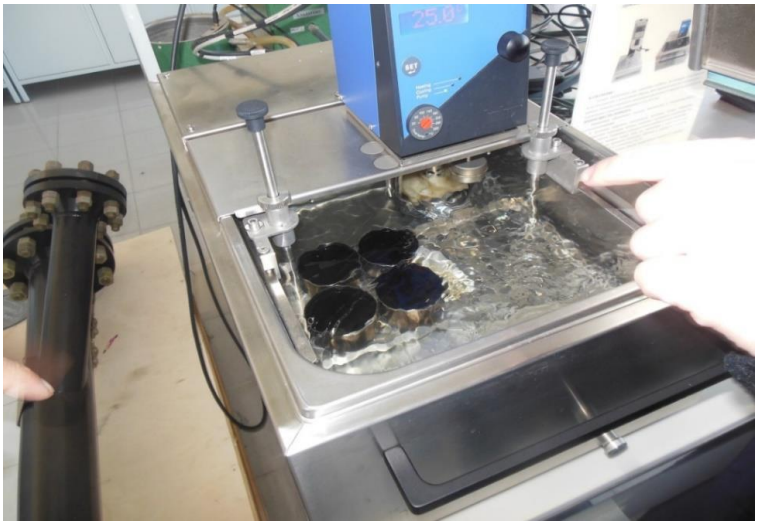
Мұнай шламдары фракцияларға бөлініп, судан және механикалық қоспалардан тазартылғаннан кейін, алынған көрсеткіштер бойынша жоғардағы үлгілерді құрылыс материалдары немесе битум алуда қарастыруға мүмкіндіктер берді [7].

Зертханалық жағдайда мұнай шламдары тотықтырылды. Тотықтыру процесі 250^0С температурада және 2 л/мин ауаның қатысында жүргізілді. Алынған тотықтырылған битумның қасиеттері зерттелді.

Битумның тұтқырлығы (қаттылығы) температураға байланысты. Төменгі температурада битумның тұтқырлығы жоғары болады және ол қатты денелердің қасиеттеріне ие.

Температура жоғарылаған сайын тұтқырлық төмендейді және битум сұйық күйге айналады [8].

Тұтқырлықты сипаттау үшін 25^0 С температурада пенетрометрде анықталатын шартты көрсеткіш – иненің бойлау тереңдігі (пенетрация) қолданылады. Битумды табақшасымен пенетрометрдің үстеліне орнатылған суы бар кристаллизаторға орналастырады (сурет).



Сурет. Пенетрометр құралында битумға иненің бойлау тереңдігін анықтау

Судың температурасы – 25° С.

Пенетрометрдің инесін битумның бетіне жанасатындай етіп, орналастырады, циферблат стрелкасын нөлге қояды. 5 секунд аралығында иненің битумға өздігінен енуіне кнопканың көмегімен мүмкіндік береді.

Иненің бойына жанасқанға дейін контакталы рейканы қозғайды және стрелканың қозғалуы бойынша бойлау тереңдігін градус бойынша анықтайды (1 градус 0,1 мм. сәйкес келеді).

Анықтауды битум бетінің әр түрлі нүктелерінде қайталайды.

Әрбір анықтаудан кейін инені еріткіштермен ылғалданған шүберектермен сүртіп отырады.

Битумның жібіту температурасы «Кольцо және шар» әдісі бойынша МЕМСТ 11506-73 анықталды. Бұл көрсеткіш битумның тығызтұтқыр пластикалық күйден аққыш сұйық күйге өтуін анықтайды және оның жылуға тұрақтылығын сипаттайды. Битумның температурасын жібіту «кольцо және шар» аппаратында жүргізіледі.

Анықтау нәтижелері (кесте 2) көрсетілген.

2 кесте. **Алынған битумның көрсеткіштері**

№	Көрсеткіш	Үлгі		
		№ 1	№ 3	№ 5
1	Иненің бойлау тереңдігі, 0,1 мм: 25 ^{0}С	80-120	45-55	85-115
2	КиШ бойынша жібіту температурасы, ^{0}С	48,5-50	53,5-54	44,2-45

Мұнай шламдарының физика-химиялық қасиеттері техникалық талаптарға сай орындалды. Олардың басқа да қасиеттері, алынған өнімдердің де қасиеттері зерттелуде.

Жүргізілген зерттеу нәтижелері мұнай шламдарынан тотықтыру арқылы битум алып, оны жол құрылысында қолдануға мүмкіндік беретіндігін көрсетті.

Мұнай шламдарын қайта өңдеу күні бүгінге дейін маңызды мәселе болып келеді. Сондықтан, мұнай шламдарын кәдеге жаратудың жаңа жағдайлары, өңдеу технологиялары ойластыруда.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Ибатуллин Р. Р., Мутин И. И., Исхакова Н. М., Сахабутдинов К. Г. Исследование свойств нефтешламов и способы их утилизации // Нефтяное хозяйство. - 2006. - № 4. - С. 116-118.

[2] Ягафарова Г.Г., Насырова И.А., Шахова Ф.А. Инженерная экология в нефтегазовом комплексе [учеб. пособие] // Уфа: Изд-во УГНТУ, 2007. – 336 с.

[3] Лоскутова Ю.В., Прозорова И.В. Комплексная физико-химическая технология для утилизации нефтяных шламов. // Водоочистка. – 2009. – № 5, 6. – С. 45-49.

[4] Шпербер Е.Р. Некоторые виды отходов нефтеперерабатывающих производств // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2011. – № 2. – С. 27-33.

[5] Мазлова Е.А., Меньшикова И.А. Шламовые отходы нефтегазовых компаний // Защита окружающей среды в нефтегазавом комплексе. – 2010. – № 1. – С. 22-21.

[6] Лем Р.А., Агзамходжаев А.А., Хамраев С.С. Получение нефтяного битума из нефтешламов пропарочно-очистных станций // Экологические системы и приборы. – 2012. – № 2. – С. 42-44.

[7]. Турсумуратова М.Т., Бекбулатов Ш.Х. Использование шламов в дорожном строительстве // ҚРҰИА хабаршысы, Вестник НИА РК. – 2010. – № 1. – С. 108-115.

[8] Черных О.В., Пурыгин П.П., Котов С.В. Использование возможности получения дорожного битума путем окисления нефтешламов. // Известия Самарского научного центра РАН. – 2009. – Т.11. – № 1 (2).

Конырбаева Г.Х., Сатаева С.С.

Исследование нефтяных шламов для использования в дорожном строительстве

Резюме. В статье представлены результаты анализа нефтяных шламов месторождений Западных регионов Казахстана. Исследованы физико-химические свойства нефтяных шламов, что позволяет сделать выводы для выбора оптимальных путей их вторичной переработки и применения.

Ключевые слова: нефтяные шламы, фракционный состав, механические примеси, окислительный процесс, битум.

ОӘЖ510.66

A. Mukhanova, U.Makhazhanova, M. Makhanov
(L.N.Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan,Nur-Sultan
E-mail: umt87@mail.ru)

FORMALIZATION OF THE PROCESS FOR ASSESSING THE CREDITWORTHINESS OF SMALL BUSINESS ON THE BASIS OF ZADEH FUZZY LOGIC

Abstract. The article discusses the features of crediting (lending) of small (medium) businesses. The stages of the credit rating system of small enterprises are provided. A method of assessing the creditworthiness of small businesses, based on the application of the mathematical apparatus of the theory of fuzzy sets. Alternative methods of assessing the creditworthiness of small enterprises based on the cloud logic of the law are described. Mathematical models of decision support on the consistency of lending to small businesses on the basis of the rules of the theory of fuzzy sets are considered. A method for assessing the creditworthiness of small businesses based on the use of the mathematical apparatus of the theory of fuzzy sets is proposed.Financial and General economic indicators affecting creditworthiness are described.

Key words:SME lending, lending, credit assessment, fuzzy logic, linguistic variable, expertise, decision making.

А.А.Муханова, У.Т. Махажанова, М. Маханов
(Л.Н.Гумилев атындағыЕуразия ұлттық университеті,
Қазақстан,Нұр-Сұлтан, E-mail: umt87@mail.ru)

ШАҒЫН КӘСІПКЕРЛІКТІҢ НЕСИЕГЕ ҚАБІЛЕТТІЛІГІН БАҒАЛАУ ПРОЦЕСІН ЗАДЕ БҰЛДЫР ЛОГИКАСЫ НЕГІЗІНДЕ ҚАЛЫПТАСТЫРУ

Аңдатпа. Мақалада шағын (орта) бизнесті кәсіпкерлікке несие беру ерекшеліктері қарастырылған. Шағын кәсіпорындардың кредиттік қабілеттілігін бағалау жүйесінің кезеңдері қарастырылған. Шағын бизнесті кәсіпкерліктің несие қабілеттілігін бағалауда математика аппаратының бұлдыр әдістері теориясына негізделген әдіс ұсынылған. Заденің бұлдыр логикасына негізделген шағын кәсіпорындардың несиеге қабілеттілігін бағалаудың балама әдістері сипатталған. Шағын бизнесті кәсіпкерлікті несиелендіру туралы шешімдерді қабылдауды қолдаудың бұлдыр жиындар теориясы ережелеріне негізделген математикалық моделі қалыптастырылған. Бұлдыр өнімді жүйені дамытудың жаңа әдіснамалық тәсілі ұсынылған.Несие қабілеттілігіне әсер ететін қаржылық және жалпы экономикалық көрсеткіштер сипатталған.

Кілттік сөздер: шағын және орта бизнес, несиелендіру, несиелік қабілеттілігін бағалау, бұлдыр логика, лингвистикалық айнымалы, сараптама, шешім қабылдау.

Шағын және орта бизнесті несиелендіру қазіргі уақытта банк секторының серпінді дамып келе жатқан саласы болып табылады. Қазіргі уақытта, шағын кәсіпорындардың кредиттік қабілеттілігін бағалау жүйесі төрт кезеңнен тұрады:

1) шағын кәсіпкерліктің жұмысын бақылау;
2) эксперттің шағын кәсіпорын иесімен сараптамалық сұхбаты;
3) кәсіпорын иесінің жеке қаржылық жағдайын бағалау;
4) бастапқы құжаттардың негізінде шағын кәсіпорынның қаржылық жағдайын талдау[1].

Шағын бизнесті кәсіпорын үшін несие қабілеттілігін бағалаудың дәстүрлі әдістері қолайсыз. Бұл шағын кәсіпорындардың қаржы есептілігінің қателіктерінің жоғары деңгейіне байланысты. Осыған байланысты шағын бизнес субъектілерінің несиелік қабілеттілігін бағалау құралдарын қалыптастыру аса өзекті болып табылады.Бүгінде шағын кәсіпорынды басқару кәсіпорынның болашақтағы қаржылық жағдайы және экономикалық ортада қалыптасуы белгісіздік жағдайында орын алуды, өйткені экономиканың осы секторы әлемдік қаржы дағдарысына өте сезімтал. Осы тұрғыдан алғанда, шағын бизнесті кәсіпорынды несиелендірудің орындылығын талдау, жоғары дәрежедегі белгісіздікте шешілетін мәселе ретінде қарастырылуы тиіс[2,3,4].

Бұл мәселені шешу үшін Заденің бұлдыр логикасына негізделген шағын кәсіпорындардың несиеге қабілеттілігін бағалаудың балама әдістері қолданылады. Бұл жиынтыққа тиесілі функция элементтері әдеттегідей 0 немесе 1 мәндерін ғана емес, [0, 1] сандар интервалында мәндерді қабылдайтынын ескере отырып, Заде классикалық канторлық тұжырымдамасы жиынтығын ауыстырды. Сонымен қатар, ол лингвистикалық айнымалы түсінігін енгізді және оның мәндері

бұлдыр жиындар болуы мүмкін екенін көрсетті. Заде интеллектуалдық қызметтің процестерін сипаттау үшін, математикалық өрнектерді, айқын емес және белгісіздік түсініктерін қамтитын математикалық аппарат жасады деп айтуға болады[5,6].

Шешімдер қабылдау процедурасы жалпыланған түрде мыналарды қамтиды: баламаларды қалыптастыру және салыстыру, баламаларды таңдау, іс-қимыл бағдарламасын құру және түзету. Шағын кәсіпорынның несиеге қабілеттілігі процесін ресімдеу мынадай түрде ұсынылуы мүмкін[7,8].

Несие алушының несие беру шешімдерін қабылдау кезінде бағалауға жататын көрсеткіштердің белгілі бір $X = \{x_i : i = \overline{1, N}\}$ жиынтығы бар болсын делік. Мұнда X - несие алушы бастапқы көрсеткіштері жиыны, x_i - несиеге қабілеттілікке әсер ететін көрсеткіш, N - қарастырылатын бастапқы көрсеткіштер саны, 1-кестеде көрсетілгендей бастапқы көрсеткіштер саны 22 тең [9].

Көрсеткіштерді бағалау $C = \{c_j : j = \overline{1, M}\}$ критерийлер жиынтығына негізделген. Мұнда C - біріктірілген әсер етуші көрсеткіштері жиыны, c_j -критерийлер(біріктірілген көрсеткіштер), M - біріктірілген көрсеткіштер саны 1-кестеде көрсетілгендей4-ке тең.

Шағын кәсіпкерлікті несиелеудің орындылығын анықтауға ұсынылатын бағалау көрсеткіштерін сапалық және сандық топтарға бөлу керек. Сандық көрсеткіштер қаржы коэффициенттерін қамтиды және сапа көрсеткіштері саладағы кәсіпорынның бәсекеге қабілеттілігінің деңгейін және саланы дамыту бағытын қамтиды [10,11,12].

1-кесте.**Несие қабілеттілігіне әсер ететін қаржылық және жалпы экономикалық көрсеткіштер**

№	Біріктірілген көрсеткіштер	Бастапқы көрсеткіштер
	Сапалыққөрсеткіштер	
1	c_1 - салалыққөрсеткіштері:	x_1 - саланың даму динамикасы;
		x_2 - саланың даму перспективалары;
		x_3 - Мұндай өнімдерге (жұмысқа, қызметке) нарықтық (сала) сұраныс;
2	c_2 - аймақтық көрсеткіштер:	x_4 - аймақтық экономиканың даму динамикасы;
		x_5 - аймақтық экономиканың даму перспективалары;
		x_6 - өнімнің (жұмыс, қызмет) осы түріненарықтық (өңір) сұранысы;
3	c_3 - шағын кәсіпорынның қызметтік көрсеткіштері:	x_7 - несие алушының несие тарихы (жоқ);
		x_8 - қызметкерлердің кәсіби деңгейін бағалау;
		x_9 - кәсіпорындағы моральдық-психологиялық ахуалды бағалау;
		x_{10} - кәсіпорынныңнарықта болуының жеткіліктімерзімі;
		x_{11} - кәсіпорынның экономикалық саясаты;
		x_{12} - кәсіпорынның техникалық саясаты;
		x_{13} - кәсіпорынның кадрлық саясаты;
	Сандыққөрсеткіштер	
4	c_4 - сандыққөрсеткіштер:	x_{14} - ағымдағы төлем қабілеттілігі және өтімділік коэффициенті;
		x_{15} - ұзақ мерзімді қаржылық тәуелсіздік коэффициенті;

		x_{16} - қорлардың меншікті айналым капиталына қатынасы;
		x_{17} - қамту коэффициенті;
		x_{18} - дебиторлық берешектің айналымдық коэффициенті;
		x_{19} - кредиттік берешек айналымы коэффициенті;
		x_{20} - дайын өнімнің айналымдылығы коэффициенті;
		x_{21} - капитал мен борыштың қатынасы коэффициенті;
		x_{22} - өнімнің кірістілік коэффициенті (сату).

Келесі кезеңде ықтимал нәтижелердің жиынтығы (баламалар) $A=\{a_t : t=\overline{1,T}\}$ анықталады. Мысалы, белгілі бір ұйымның - ықтимал несие алушы шағын (орта) бизнесті кәсіпорынның несиеге қабілеттілігі келесі лингвистикалық айнымалылармен (баламалармен) ұсынылуы мүмкін:

1) a_1 - төмен (L);
2) a_2 - орташадан төмен (LM);
3) a_3 - орташа (M);
4) a_4 - орташадан жоғары (HM);
5) a_5 - жоғары (H).

Әрбір лингвистикалық айнымалы өзінің тиісті функциясымен байланысты.Сайып келгенде, тиісті функциялар түрін таңдау балама ретінде де, бағаланатын критерийлер де сараптамалық артықшылықтар негізіде анықталады[13,14]. Айта кету керек, көрсеткіштер (параметрлер) ерікті мән алады. Дәлірек айтқанда, әрбір көрсеткіш белгілі бір аралықта өзгереді. Бұдан әрі көрсеткіштерді біріктіруге болады, яғни, [0,1] интервалы арасында көрсету[15].

Келесі кезеңде «Егер …, онда …» түріндегі бұлдыр логикалық қорытынды ережелер жиынтығы $\varphi(x_1,...,x_n)\to\psi(y_1,...,y_m)$ құрылады.

Өз кезегінде, бір немесе басқа балама таңдау – берілетін несие сипаттамасын айқындайтын бұлдыр жиын болады:

1) несиенің максималды мөлшері;
2) сыйақы мөлшерлемесі;
3) қарыз мерзімі.

Бұл көрсеткіштердің жиынтығын анықтау, несие берудің схемасын $R_i : \varphi_i(x_1....x_n)\to\psi_i(y_1...y_n), i=1,....,N.$ таңдау болып табылады.

Шағын кәсіпкерлікті несиелендіруде сараптамалық шешімдер қабылдауды қолдауға арналған аутоматтандырылған жүйе құру үшін, шағын (орта) кәсіпкерлікті несиеге қабілеттілігін бағалау процесін Заде бұлдыр логикасы негізінде қалыптастыру өте тиімді. Несиеге қабілеттілікті бағалау процесін аутоматтандыру несиелік тәуекелді азайтады және сараптамалық шешім қабылдау процестерін жеделдетеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Заболоцкая В.В., Аристархов А.А. Методика оценки кредитоспособности предприятий малого бизнеса // Финансы и кредит. – 2009. – №12(348). – С. 61-73.

[2] Тусупов Д.А.,Ла Л.Л., Муханова А.А., Сатекбаева А.Ж. Исследование и разработка новых моделей, методов для решения многокритериальных задач принятия решений в условиях неопределенности. // Вестник. Серия естественно-технических наук. – Астана: ЕНУ – 2013. –№6(97). – С.49-60.

[3] J.Tussupov, L. La, A. Mukhanova.Modification of synthetic fuzzy logic tosolve multicriteriaproblems realized by neuralnetworks. // Proceedings of the 2014 International Conference on Mathematical Methods, Mathematical Models and Simulation in Science and Engineering, Interlaken, Switzerland. – 2014. – P. 21-27.

[4] Ендовицкий Д.А., Беленова Н.Н. Комплексный экономический анализ деятельности управленческого персонала: научное издание. – М.: КНОРУС, 2013. – 192 с.

[5] Пивкин В.Я., Бакулин Е.П., Кореньков Д.И. Нечеткие множества в системах управления. – Новосибирск: Изд-во НГУ, 1997.– 52 с.

[6] С.В. Судоплатов, Е.В. Овчинникова Математическая логика и теория алгоритмов. – Новосибирск: Изд. Дом «Инфра-М», 2004. – 225 с.

[7] J.Tussupov, L. La, A. Mukhanova. A model of fuzzy synthetic evaluation method realized by a neural network. // International journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences (Indexed by Scopus). – 2014.– Vol. 8. – pp.103-106. А.Н. Павлов, Б.В. Соколов Принятие решений в условиях нечеткой информации.– Санкт-Петербург: ГУАП, 2006. – 72 с

[8] Макарова Л.И. Нечеткие классификаторы и матричные схемы интегрального показателя // Обозрение прикладной и промышленной математики – 2014. – Т.21. – № 5. – С. 1−3.

[9] Илларионов А.В. Разработка математических моделей и алгоритмов принятия решений по кредитованию предприятий малого (среднего) бизнеса на основе аппарата теории нечетких множеств: дис. ... канд. экон. наук. Владимирский гос. университет, Владимир, 2006.- 231с.

[10] Синянская Е.Р., Баженов О.В. Основы бухгалтерского учета и анализа.– Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2014. – 270 с.

[11] Н.Н. Илышева, С.И. Крылов Анализ финансовой отчетности. – Москва: «Финансы и статистика», 2015. – 368 с.

[12] А.В. ГартвичБухгалтерский учет с нуля. — СПб.: Питер, 2013. — 400 с.

[13] К.А. Джафаров, Л.В.РоеваМетоды оптимальных решений. –Новосибирск, 2018. – 105 с.

[14] В. С. ТарасянПакет Fuzzy Logic Toolbox for Matlab.– Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2013. — 112 с.

[15] Лукашевич Н.С. Разработка экспертной системы оценки кредитного риска и условий кредитования для субъектов малого предпринимательства на основе нечетко-множественного подхода // Актуальные вопросы современной науки. – 2014. – № 38. – С. 226–235.

Муханова А.А., Махажанова У.Т., Маханов М.

Формализация процесса оценки кредитоспособности предприятия малого бизнеса на основе размытой логики Заде

Резюме. В статье рассматриваются особенности кредитования малого (среднего) бизнеса. Предусмотрены этапы системы оценки кредитоспособности малых предприятий. Предложен метод оценки кредитоспособности малого бизнеса, основанный на применении математического аппарата теории нечетких множеств. Описаны альтернативные методы оценки кредитоспособности малых предприятий, основанные на облачной логике закона. Рассмотрены математические модели поддержки принятия решения о целосообразности кредитования предприятий малого бизнеса на основе правил теории нечетких множеств. Формализация нового методологического подхода к разработке нечеткой продукционной системы. Описаны финансовые и общеэкономические показатели, влияющие на кредитоспособность.

Ключевые слова: малый и средний бизнес, кредитование, оценка кредитоспособности, размытая логика, лингвистическая переменная, экспертиза, принятие решений.

UDC 628.477.6

T. Gumirov, A.Tlems, V. Tyukanko, A. Demyanenko
(M. Kozybayev North Kazakhstan State University, Petropavlovsk, Kazakhstan.
E-mail: gumirovt@mail.ru)

EXTRUDER PRODUCTIVITY RESEARCH WHEN RECYCLING POLYETHYLENE

Abstract. The article is devoted to mathematical modeling of high-pressure polyethylene recycling processes and increase productivity by finding the optimal raw material indicators

Keywords: Recycling, recycling of polyethylene, polyethylene recycling, equipment for recycling, extruder, performance of the extruder

1. Introduction.

Currently, the most pressing concern all over the world is the struggle against plastic waste pollution of the environment, and especially polyethylene waste such as polyethylene film for greenhouses, containers, bags, etc. The concern has several solutions including incineration, chemical modification, but the most technologically cost-effective option is recycling, i.e. recycling of polyethylene (hereinafter referred to as PE) into industrial-use item (garbage bags, sewer pipe drains, 3D printing material, etc.). The technological process of PE recycling includes several phases: raw materials sorting, disintegration, flashing, drying, agglomeration and granulating. Granulating is one of the most important and energy-intensive PE recycling operations, which carried out by using a piece of special equipment - an extruder, as shown in Fig. 1.

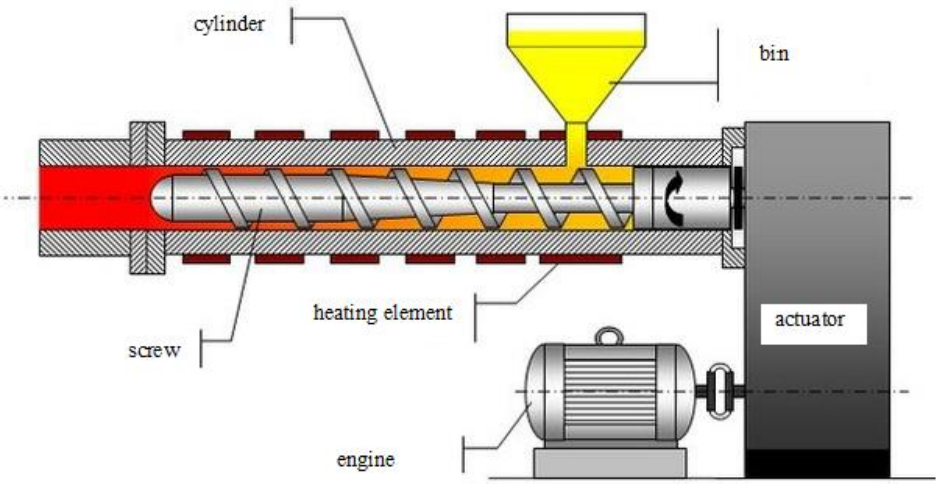


Fig. 1. Extruder for recycling of used high pressure polyethylene

The extruder does melting and mixing the PE raw materials prior to the formation of homogeneous mass at temperatures from 220 to 280 ° C. Further the molt of plastic goes through the special orifice and then it is cut with knives; as a result, a secondary PE granule is obtained.

A multiplicity of factors effects on extruder productivity. For this reason [1], the effect of various technological parameters on the quality and dimensions of the extruded strand was studied in the research; it was shown that the melt pressure in the extrusion die/cylinder directly affects the surface morphology and diameter of the extruded strand.

In addition, the geometrical characteristics of the equipment used affect the extrusion processes [2], it was shown in the research that the roughness of the cylinder change in the extruder completely changed its hydrodynamic functional operation pattern.

Several researches are presented in the literature aimed at mathematical modeling of the extrusion process, in particular, in the research [3], the method of smoothing particle hydrodynamics (SPH) was used to determine the extruder productivity, which showed an excellent correlation between the developed model and the obtained experimental results. Using dimensionless analysis, in the research [4], the mathematical model was developed that was able to predict the productivity of an extruder for slightly non-Newtonian materials. A new nonlinear model was proposed in [5], which showed an excellent correlation with the obtained experimental results. In addition, the proposed model was used to select the optimal extrusion modes to achieve the required melt temperature.

A new nonlinear model was proposed in the research [5], which showed an excellent correlation with the obtained experimental results. In addition, the proposed model was used to select the optimal extrusion modes to achieve the required melt temperature.

Extruder productivity (Q; in kg./hour) is an important technological parameter of the PE recycling line. Various equations are given in the literature for calculating the theoretical performance of an extruder. However, in practice, the following equation has gained distribution [6]:

$$Q_{экс.} = \frac{\alpha \cdot K}{K + \beta + \gamma} \cdot n \quad (1)$$

α, β, γ are the constants of the forward and reverse flows and leakage flow, respectively; K is the general constant of the geometric shape of the die; n - screw rotation speed, rev. / min.

It has been established from practice that the main parameters determining the extruder productivity during recycling of PE are as follows: moisture content of the raw material (fed to the extruder), the plastic molt temperature and the raw materials used. The moisture content of raw material in the extruder is one of the main technological parameters that determine the extruder productivity. In this research [7], it was shown that drying the washed film before extrusion is a very energy-intensive operation, which significantly affects the quality of the processed product. There is an optimal particle size / diameter from 1 to 2 cm, providing a minimum moisture content of the raw material after centrifugation. It was found that film moisture is a function of the surface area of the plastic. It is shown that moisture depends on speed (power G) and centrifugation time.

Recycling is a relatively young area of plastic processing technology, however, one of the big problems in this area is the lack of systematic and comprehensive scientific research, which addresses the issue of the influence of various technological parameters on the extruder productivity.

In this regard, it seemed appropriate to study the effect of the content of the stretch film and film thickness on the extruder productivity.

1. Methods.

In the research given the initial data, an experimental method is proposed, the peculiarity of which is to vary the selected parameters at certain intervals.

As raw materials in the research, secondary low-density polyethylene (high pressure) was used in the form of used films with a thickness of 10 to 90 microns. The film is supplied by specialized organizations that collect and sort solid waste.

The moisture content of the film was determined on a moisture analyzer, model EVLAS-2M.

The washed film was dried in a centrifuge and a mechanical press. A centrifuge manufactured by SKD MachineryCo., Ltd., mesh diameter 3 mm, rotor speed 1440 rpm/min, engine power 45 kW. Mechanical press, manufactured by SKD MachineryCo., Ltd., the spin screw has a spin speed of –1500 rpm, electric motor power 55 kW.

Agglomeration and granulation of the film were carried out in a twin-screw extruder manufactured by SKD MachineryCo., Ltd., a screw diameter of 90 mm and a power of 260 kW.

The weight of the obtained secondary light granules of polyethylene was determined on a balance, model 1000HFS1215.

The film thickness was determined on an electronic micrometer, model MKTs-25 0-25.

In the research, several stages of the technological process for recycling PE were studied, namely: sorting of raw materials and granulation. Sorting of raw materials was carried out directly on the site, with the determination of the following film parameters: thickness and content of the stretch film. Then the film was crushed and crushed. The film was dried in a centrifuge and a mechanical press, at various contents of the stretch film and the thickness of the raw material. After drying, the moisture content of the film entering the extruder was recorded. Granulation was carried out in a twin-screw extruder under the following processing conditions: temperature in a large cylinder 280 ... 310 ° C and temperature in a small cylinder 190 ... 200 ° C. Due to the different content of stretch film in the raw materials used, the extrudate melting temperature can vary significantly from 175 to 280 ° C. Therefore, the extruder productivity was studied by varying the content of the stretch film from 0 to 20% (by weight of the mixture). As a result of use of a various thickness film during recycling (which affects the extrusion regimes), while the research the film thickness was varied from 10 to 90 Mm.

2. Results.

Film thickness and stretch film content effect on extruder productivity.

The effect of film thickness on the extruder productivity (Q, kg./hour) is shown in Fig. 2. The maximum productivity of the extruder is characterized for the driest raw materials (with a minimum moisture content of 2% (Fig. 2). As the film thickness increases, the extruder productivity increases. Thus, with an increase in the film thickness from 10 to 90 Mm (for raw materials with a moisture content of 2% and a stretch film content 5%) productivity increased by 9.5% (from 473 to 518 kg / hr.) The type of the

dependences Q = f (h_{film}) is preserved for the entire studied range of moisture content of raw materials (from 2 to 26%) and the content of the stretch film (from 0 to 20%). This fact can be explained by the fact that of growth as the film thickness decreases during its melting due to the reduced interfacial area "polyethylene-air."

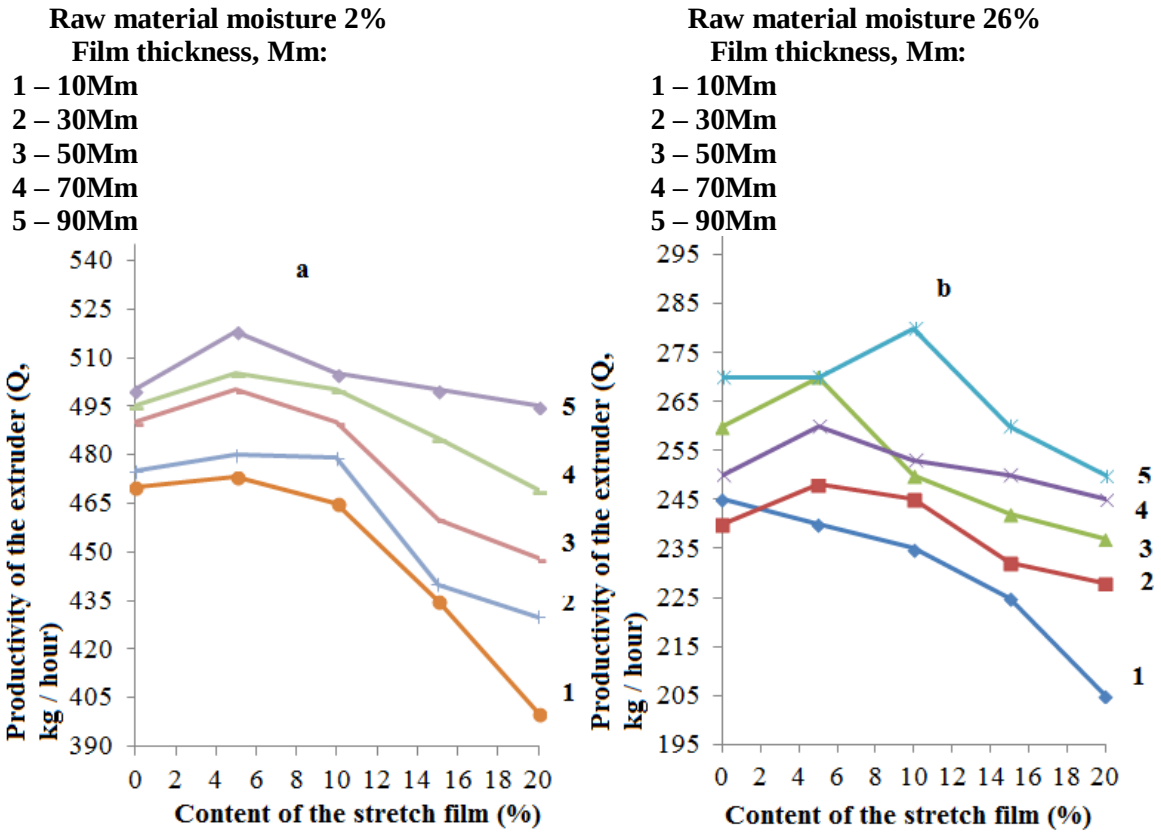


Fig. 2. Influence on the productivity of the extruder (Q, kg / hour) during recycling of secondary polyethylene film thickness (hfilm., Mm) and the content of the stretch film (%) when the moisture content of the raw materials is 2% (a) and 26% - (b).

As the content of stretch film in the raw material increases, the extruder productivity increases, and then it decreases equally. So, with an increase in the content of stretch film in raw materials up to 5% (for raw materials with a moisture content of 2% and a thickness of 50 Mm), productivity increased by 2% (from 490 to 500 kg/hour). However, the further increase in the content of the stretch film in the raw material

(more than 5%), the productivity of the extruder decreases equally. So, with an increase in the content of stretch film in raw materials from 5 to 20% (for raw materials with a moisture content of 2% and a thickness of 50 Mm), productivity decreased by 10.5% (from 500 to 448 kg/hour). Moreover, the type of the dependences Q = f (the content of the stretch film) is preserved for the entire investigated range of moisture content of raw materials (from 2 to 26%). This dependence can be explained by the fact that when the content of the stretch film in the raw material is increased to 5%, the stretch performs the functions of additives that increase the sliding of plastic on the surface of technological equipment, thereby increasing Q. However, if the optimal stretch content is exceeded, this effect can be leveled. For raw materials with low humidity (up to 8%), as the film thickness increases, the slope of the dependence Q = f (content of the stretch film) significantly decreases. What can be said about the decrease in the effect of the stretch content with a large film thickness on the performance of the extruder?

Due to the lack of comprehensive scientific research, which addresses the issue of the effect of changes in various technological parameters on the performance of the extruder during recycling of polyethylene, an equation is derived based on the studies that takes into account the effect on the performance of the extruder (Qex., Kg./hour): film thickness (h_{film}. , Mm), moisture (W,%) and the content of the stretch film in the raw material (Cstr.,%). In general, we propose the "Tyukanko-Demyanenko-Gumirov" equation:

$$Q_{экс.} = \frac{(a_1 \cdot h_{пл.} + C_1) \cdot \left(a_2 \cdot C_{str.}^{\ 2} + a_3 \cdot C_{str.} + C_2\right)}{\left(a_4 \cdot W^{\ 2} + a_5 \cdot W + C_3\right)^{-1} \cdot G_{ac.}^2} \qquad (2)$$

Qex. - the extruder productivity, kg / hour;

H_{film} - film thickness, Mm;

W- the moisture content of the film / raw material,%.

Cstr. - the content of the stretch film in raw materials,%.

A1 = 0.614 - coefficient that takes into account the effect of film thickness on Qex.

a2 = -0.19 coefficient taking into account the effect of the content of the stretch film on Qex.

a3 = 1.98 coefficient, takes into account the effect of the content of the stretch film on Qex.

a4 = -0.63 - coefficient, takes into account the influence of the density of raw materials on Qex.

a5 = 9.2 coefficient takes into account the effect of the density of raw materials on Qex.

C1 = 381.37 - coefficient, takes into account the effect of film thickness on Qex.

C2 = 420-coefficient, takes into account the effect of the content of the stretch film on Qex.

C3 = 451.7 coefficient, takes into account the influence of the density of raw materials on Qex.

$G_{average}$ = 411.83 is the general average of the experimental values of Qex.

For the obtained equation, the coefficient of nonlinear multiple correlation R = 0.97 and for the 95% confidence interval, according to the Fisher criterion, the model is significant.

4. Discussion.

1. As the film thickness increases, the extruder productivity increases. Thus, the film thickness increases from 10 to 90 Mm (for raw materials having a moisture content of 2% and a stretch film content of 5%), the production capacity has increased by 5% (from 473 to 518 kg/hour).

2. As the content of stretch film in raw materials increases to 5%, the productivity of the extruder increases, and more than 5% decreases for raw materials having moisture content of 2% and a thickness of 90 Mm), the production capacity has increased by 2 % (from 490 to 500 kg / hour). Thus, with an increase in the content of stretch film in raw materials from 5 to 20% (for raw materials with a moisture content of 2% and a thickness of 50 Mm), productivity decreased by 10.5% (from 500 to 448 kg/hour).

3. Considering the effect on the extruder productivity (Q, kg. / H), film thickness (h., Mm), raw material moisture (W,%) and stretch film content (S,%) equation was derived. The introduced equation provides an efficient correlation between the calculated values of Q with the obtained experimental data.

LITERATURE

[1]. Peng Geng, Ji Zhao, Wenzheng Wu, Wenli Ye, Yulei Wang, Shuobang Wang, Shuo Zhang Effects of extrusion speed and printing speed on the 3D printing stability of extruded PEEK filament // Journal of Manufacturing Processes, Volume 37, 2019, Pages 266-273.

[2]. X.-M. Jin, M.-Y. Jia, P. Xue, J.-Ch. Cai, L. Pan, D.-Q. Yu Study on the melting performance of single screw extruder with grooved melting zone and barr screw // Journal of Materials Processing Technology, Volume 214, Issue 12, 2014, Pages 2834-2842.

[3]. P. Wittek, G.G. Pereira, M.A. Emin, V. Lemiale, P.W. Cleary Accuracy analysis of SPH for flow in a model extruder with a kneading element // Chemical Engineering Science, Volume 187, 2018, Pages 256-268.

[4]. J.I. Orisaleye, O.A. Adefuye, A.A. Ogundare, O.L. Fadipe Parametric analysis and design of a screw extruder for slightly non-Newtonian (pseudoplastic) materials // Engineering Science and Technology, an International Journal, Volume 21, Issue 2, 2018, Pages 229-237.

[5]. Chamil Abeykoon, Kang Li, Marion McAfee, Peter J. Martin, Qun Niu, Adrian L. Kelly, Jing Deng A new model based approach for the prediction and optimisation of thermal homogeneity in single screw extrusion // Control Engineering Practice, Volume 19, Issue 8, 2011, Pages 862-874.

[6]. Швецов Г.А., Алимова Д.У., Барышникова М.Д Технология переработки пластических масс - М.: Химия, 1988. - 512с.: ил.:

[7]. O. Horodytska, F.J. Valdés, A. Fullana, Centrifugal dewatering performance in plastic films recycling // Waste Management, Volume 80, 2018, Pages 211-217.

[8]. Michel Biron, Recycling: The First Source of Renewable Plastics, William Andrew Publishing, 2017, Pages 67-114.

[9]. Fu Gu, JianfengGuo, Wujie Zhang, Peter A. Summers, Philip Hall From waste plastics to industrial raw materials: A life cycle assessment of mechanical plastic recycling practice based on a real-world case study, Science of The Total Environment, Volumes 601-602, 2017, Pages 1192-1207.

[10]. Nicole E. Zander, Margaret Gillan, Zachary Burckhard, Frank Garde. Recycled polypropylene blends as novel 3D printing materials // Additive Manufacturing, Volume 25, 2019, Pages 122-130.

[11]. Michel Biron. Genesis of Renewable Plastics and Integration in the Plastics Stream // Industrial Applications of Renewable Plastics, William Andrew Publishing, 2017, Pages 35-66.

[12]. Joachim Maris, Sylvie Bourdon, Jean-Michel Brossard, Laurent Cauret, Laurent Fontaine, VéroniqueMontembault Mechanical recycling: Compatibilization of mixed thermoplastic wastes // Polymer Degradation and Stability, Volume 147, 2018, Pages 245-266.

[13]. AmalElzubair and JoJo Carlos Miguez Suarez Mechanical behavior of recycled polyethylene/piassava fiber composites // Materials Science and Engineering: A, volume 557, pages 29 - 35, 2012.

[14]. C.U. Atuanya and R.O. Edokpia and V.S. AigbodionThephysio-mechanical properties of recycled low density polyethylene (RLDPE)/bean pod ash particulate composites // Results in Physics, volume 4, pages 88 - 95, 2014.

[15]. Amir E. Toghyani, Mohsen Amraei, Sami Matthews, JuhaVaris, TimoKärki, Xiao-Ling Zhao, Effect of strain rate and temperature on press forming of extruded WPC profiles // Composite Structures, Volume 180, 2017, Pages 845-852.

[16]. Zishou Zhang, Chunguang Wang, Kancheng Mai, Reinforcement of Recycled PET for Mechanical Properties of Isotactic Polypropylene // Advanced Industrial and Engineering Polymer Research, 2019.

[17]. Dylan S. Cousins, Yasuhito Suzuki, Robynne E. Murray, Joseph R. Samaniuk, Aaron P. Stebner, Recycling glass fiber thermoplastic composites from wind turbine blades // Journal of Cleaner Production, Volume 209, 2019, Pages 1252-1263.

[18]. Fabian Knappich, Magdalena Klotz, Martin Schlummer, JakobWölling, Andreas Mäurer, Recycling process for carbon fiber reinforced plastics with polyamide 6, polyurethane and epoxy matrix by gentle solvent treatment // Waste Management, Volume 85, 2019, Pages 73-81.

[19]. C. Spicker, N. Rudolph, I. Kühnert, C. Aumnate, The use of rheological behavior to monitor the processing and service life properties of recycled polypropylene // Food Packaging and Shelf Life, Volume 19, 2019, Pages 174-183.

[20]. P. Franciszczak, E. Piesowicz, K. Kalniņš, Manufacturing and properties of r-PETG/PET fibre composite – Novel approach for recycling of PETG plastic scrap into engineering compound for injection moulding // Composites Part B: Engineering, Volume 154, 2018, Pages 430-438

Гумиров Т.Ш., Тлемс А.Т., Тюканько В.Ю., Демьяненко А.

Полиэтиленді қайта өңдеу кезіндегі экструдердің жұмысын зерттеу

Резюме Мақала жоғары қысымды полиэтиленді қайта өңдеу процестерін математикалық модельдеуге және өнімділікті арттыратын оңтайлы шикізат көрсеткіштерін табуға арналған

Түйін сөздер: Қайта өңдеу, полиэтиленді қайта өңдеу, полиэтиленді қайта өңдеу, қайта өңдеу жабдықтары, экструдер, экструдердің өнімділігі.

Гумиров Т.Ш., Тлемс А.Т., Тюканько В.Ю., Демьяненко А.

Исследование производительности экструдера при рециклинге полиэтилена

Резюме. Статья посвящена математическому моделированию процессов рециклинга полиэтилена высокого давления и нахождению оптимальных показателей сырья для повышения производительности.

Ключевые слова: Рециклинг, вторичная переработка полиэтилена, переработка полиэтилена, оборудование для рециклинга, экструдер, производительность экструдера.

УДК 51.75; 004.9; 556

[1, 2]T.Zh. Mazakov, Sh.A. Dzhomartova[1,2], [3]P. Kisala, [2]G.Z. Ziyatbekova
([1]Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK, Almaty, Kazakhstan,
[2]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,
[3]Lublin Technical University, Lublin, Poland
E-mail: ziyatbekova@mail.ru)

PROBLEMS AND ACTIONS FOR THE DEVELOPMENT OF WATER RESOURCES MONITORING

Abstract. The work is devoted to the actual problem of methods for assessing the ecological safety of the region. In particular, the monitoring of the level of water in water for the prevention of floods is being considered. A review is given of this topic, and various reasons are considered for accidents at dams. This information is subsequently used to predict an emergency situation. The paper analyzes the experience of using geographic information systems (GIS) for monitoring floods and floods in Kazakhstan. The main problems of using satellite images in monitoring flooding are highlighted.

Key words: water resources, space monitoring, geoinformation technologies, method, protection of territories from flooding.

[1,2]Т.Ж. Мазаков, [1,2]Ш.А. Джомартова, [3]P. Kisala, [2]Г.З. Зиятбекова
([1]ҚР БҒМ ҒК «Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты», Алматы, Қазақстан,
[2]әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан,
[3]Люблин техникалық университеті, Люблин, Польша
E-mail: ziyatbekova@mail.ru)

СУ РЕСУРСТАРЫН БАҚЫЛАУДЫ ДАМЫТУҒА АРНАЛҒАН ІС-ШАРАЛАР МЕН ТУЫНДАЙТЫН МӘСЕЛЕЛЕР

Аңдатпа. Жұмыс аймақтың экологиялық қауіпсіздігін бағалау әдістерінің өзекті мәселесіне арналған. Атап айтқанда, су тасқынының алдын-алу мақсатында судағы су деңгейін бақылау қарастырылуда. Осы тақырыпқа шолу жасалып, бөгеттердегі апаттарға әкелетін әртүрлі себептер қарастырылған. Бұл ақпарат кейіннен төтенше жағдайды болжау үшін қолданылады. Бұл жұмыста Қазақстандағы су тасқыны мен су тасқынына бақылау (мониторинг) жүргізу үшін географиялық ақпараттық жүйелерді (ГАЖ) пайдалану тәжірибесі талданады. Су тасқынын бақылауда спутниктік суреттерді пайдаланудың негізгі мәселелері атап өтіледі.

Түйін сөздер: су ресурстары, ғарыштық мониторинг, геоақпараттық технологиялар, әдіс, аумақтарды су басудан қорғау.

Кіріспе. Су тасқыны ең жиі кездесетін табиғи апаттардың бірі болып табылады және басқа да төтенше жағдайлардан ауқымы бойынша, сондай-ақ, келтіретін залалы бойынша асып түседі. Су тасқынын бақылауды екі топқа бөлуге болады: байланыс нысандары (жер үсті) және байланыссыз (қашықтан). Байланыс нысандарына гидрологиялық посттар желісін жер асты бақылау және су басқан аудандарды аспаптық түсіру жатады. Қашықтағы нысандарға аэрофотография, аэрогидрометрия, аэровизуалды бақылау, Жерді ғарыштан қашықтықтан бағдарлау жатады. Аталған байланыс нысандарының ешқайсысы жеке дара өзеннің құйылып ағу көрінісін көрсететін ақпарат бере алмайды. Өзен сағаларының кеңдігі мен олардағы су тасқыны процестерінің жылдамдығын ескере отырып, Жерді ғарыштан қашықтықтан бағдарлау (ЖҚБ) әдістерінсіз айналып өту мүмкін емес.

Су тасқынының дамуы мен салдарын жан-жақты талдау үшін кеңістіктік ақпараттардың көптеп жинау қажет: су басқан аумақтарды тұтастай алғанда, және су тасқынына ұшырайтын объектілер туралы. Мұндай ақпаратты өңдеу үшін географиялық ақпараттық жүйелерді (ГАЖ) пайдалану қажет, өйткені олар автоматтандырылған картографиялық редакторлар мен дерекқорды басқару жүйелерінің мүмкіндіктерін біріктіреді [3,4].

Су ресурстарын бақылаудың мақсаты – бұл су ресурстары элементтерін бағалау үшін жүргізілетін, белгілі бір жоспарға сәйкес, параметрлерді өлшеу және деректерді жинаудың заманауи әдістемелерін қолдану арқылы алынған мәліметтер. Бұл сізге су ресурстарының ағымдағы жағдайы туралы ақпарат алуға және олардың сипаттамаларының тенденцияларын бағалауға, сондай-ақ мүмкін

болатын өзгерістердің көлемін болжауға мүмкіндік береді. Су ресурстарының мониторингі су объектілерінің (жер үсті, жер асты), су шаруашылығы жүйелері мен құрылыстарының мониторингтерін, сондай-ақ суды пайдалану мониторингтерін қамтиды және т.б. Су мониторингі жүйесі елдің су қорын басқаруға ақпараттық қолдау жасайды. Мониторинг жүйесінің негізгі қағидалары мыналар: кешенді тәсіл; кеңістіктегі және уақыт сайын үздіксіз бақылау; бірыңғай әдістемелік тәсілдерді қолдану; ГАЖ негізінде мониторинг жүйесін ұйымдастыру; жүйе басқа жүйелермен практикалық интеграция үшін ашық болуын қадағалау; деректерді жинау мен өңдеудің компьютерлік технологиясына назар аудару.

Қазақстанда жерді қашықтықтан бағдарлау мәліметтері су тасқынының дамуын жедел бақылау үшін, су басқан аудандардың конфигурациясы мен көлемін анықтау үшін, гидрологиялық бекеттегі су басу алаңы мен деңгей арасындағы байланысты анықтау, қар жамылғысының динамикасын талдау негізінде көктемгі су тасқынының моделін жасау және мұзды бағалау үшін қолданылады. Сондай-ақ, мұздың толып кетуін болжау, су басу аймағындағы гидротехникалық құрылыстар мен басқа құрылыстардың жағдайын анықтап, суға батқан аудандардың [2] су тасқынынан қаншалықты зардап шеккенін анықтау қажет.

2015 жылдан бастап Қазақстан Республикасы Жерді қашықтықтан бағдарлаудың ғарыш жүйесі (Қазақстан Республикасының Жерді қашықтықтан бақылау) екі KazEOSat-1 және KazEOSat-2 ғарыш кемесінің (орта және жоғары кеңістіктік рұқсат етілген), сондай-ақ Жерді қашықтықтан бағдарлаудың жер сегментінің құрамында жұмыс істеуде. Қазақстан Республикасының Конституциялық Қауіпсіздік Кеңесі ел аумағында жедел мониторинг ақпаратын алуда Қазақстан Республикасының тәуелсіздігін қамтамасыз етуге, сондай-ақ Қазақстан Республикасының экономика, қорғаныс және ұлттық қауіпсіздік салаларының мәселелерін шешу үшін қашықтықтан бақылау мәліметтерін алуға арналған. Жоба жетекші еуропалық Airbus Defence және Space компаниясымен бірлесіп жүзеге асырылады.

Әдістері. Қазақстанның су ресурстарын географиялық ақпараттық технологиялар негізінде кешенді зерттеу әдісі ұсынылған. Бұл әдіс тиімділікті, жоғары сенімділікті және ақпарат алудың арзан құнын қамтамасыз етеді. Су ресурстарын бақылау әдісі су ресурстарын басқару және бағалау үшін су шаруашылығы мамандарына арналған.

Талқылау. Қазақстандағы су ресурстарының мониторингі бірқатар проблемалармен сипатталады, олардың негізгілері: қаржыландырудың жеткіліксіздігі, елдің аумағын бақылау желісімен аз қамту, ақпараттың үзіліп-бөлініп және аз мөлшерде жиналуы, құрал-жабдықтардың ескіруі мен алынған ақпарат көздерін жинау және талдау әдістері, бақылау бекеттерінің нашар жабдықталуы, әртүрлі бөлімдердегі желінің ажыратылуын бақылау, судың мониторинг жүйесін дамыту үшін ғылыми зерттеулердің әлсіз қолдауы [5]. Қазақстандағы су ресурстарының мониторингін дамытудың жоғарыда аталған мәселелерін шешу үшін келесі шараларды енгізу қажет: әртүрлі су тұтынушылары мен табиғи экожүйелер үшін қажетті ақпаратты анықтау; ақпаратты жинау және талдау үшін заманауи құрал-жабдықтармен және технологиялармен бақылау бекеттерін модернизациялау; судың мониторингін мемлекет және басқа үкіметтік емес ұйымдар есебінен қаржыландыруды қамтамасыз ету; ГАЖ технологиялары негізінде және барлық мүдделі тұлғалардың қатысуымен су ресурстарын бақылаудың бірыңғай жүйесін құру; Қазақстан Республикасы мониторинг жүйесінің ғылыми зерттеулерінің сапасын жақсарту. Қазақстандағы су ресурстарын басқару мәселелерін жер үсті-ғарыштық зерттеулер негізінде ғана шешуге болады. Шешуші байланыс су ресурстарын географиялық ақпараттық технологиялар негізінде ғарыштық бақылау болып табылады [1]. Ғарыштық қашықтықтан бақылау мәліметтерін пайдалану жер бетіндегі, атмосферадағы және гидросферадағы процестер мен құбылыстарды зерттеудің негізгі практикалық және ғылыми әдісі болып табылады. Ғарыштық мониторинг - бұл келесі сегменттерден тұратын жүйелі бақылау, жинау, жинақтау, өңдеу және талдау жүйесі: жер бетіндегі басқару кешені; Ғарыштан жерді зерттеу; мақсатты ақпаратты қалпына келтіру; ақпаратты қабылдау; алғашқы өңдеу; ақпаратты сақтау; ақпараттарды түпкілікті өңдеу және талдау.

Өзен бассейндеріндегі су ресурстарын бақылауға тікелей байланысты және қашықтықтан бақылау арқылы шешілетін міндеттер: өзен желісінің гидрологиялық және гидрохимиялық сипаттамаларын бақылау; өзендердегі су тасқыны жағдайын бақылау, су тасқындарын, әртүрлі су тасқындарының шығуын бақылау (жаңбыр, қардың еруі, жер сілкінісі, гидроэлектростанциялардағы авариялар және т.б.); өзендердегі су тасқыны кезінде мұз жағдайын бақылау; су объектілері мен

теңіздерде ластаушы заттардың шығарындыларын анықтау; тау мұздықтарының еруін қадағалау; теңіз толқыны аймақтарында орналасқан аумақтарды басқару [6,7].

Су ресурстарын ғарыштық бақылаудың негізгі мақсаты – су мен тасқын аймақтарының өту сызықтарын картаға түсіру. Ол жедел және шолу мониторингінен тұрады. Жедел мониторинг күнделікті ғарыштық деректерді жедел өңдеу нәтижесінде алынған ағымдағы жағдайды көрсетеді. Жалпы талдауда қандай да бір уақыт кезеңіндегі су жағдайының дамуы сипатталады. Уақыт аралықтары ретінде мыналарды таңдауға болады - онкүндік, ай және маусым. Су өткізу сызықтары мен су басу аймақтарының онкүндік картасы жедел бақылау процесінде алынған су өткізу желілері мен су басу аймақтары туралы күнделікті мәліметтер негізінде құрылады. Олар зерттеу аймағында онкүндіктегі тасқын сулар мен су басу аймағының жалпы сызықтарының қосындысын білдіреді. Онкүндік мәліметтер негізінде ай сайын су өтетін желілер мен су басу аймақтарының карталары бірдей қалыптасады, ал оларға негізделе отырып маусымдық (жиынтық) карталар жасалады. Бөгет бұзылған жағдайда орташа және аса жоғары мүмкіндікте рұқсат етілген жедел зерттеу жүргізіледі.

Қашықтықтан бақылау әдістерінің маңызды артықшылығы – ол жер бетінің жай-күйін үнемі қадағалап отыру және кең ауқымда көру, қажет аймақ туралы ақпарат алудың жоғары жылдамдығы және ГАЖ интеграциясы. Жердің ғарыштан түсірілген суреттері туралы егжей-тегжейлі жалпылау әр түрлі аймақтарды зерттеуді қамтамасыз етеді және бізге өзеннің басынан бастап аузына дейінгі бүкіл су тасқынының өтуін сипаттайды. Су басқан аудандардың спутниктік түсірілімін жүргізу кезінде әртүрлі кеңістіктік шешімдер мен әртүрлі спектрлік диапазондағы ақпаратты пайдаланған жөн. Орташа ажыратымдылықтағы суреттерден (МСУ-СК, Modis сенсорлары) сіз өзеннің жай-күйі туралы пайдалы ақпарат ала аласыз. Ажыратымдылығы жоғары кескіндер (LISS, ASTER, МСУ-Э сенсорлары, Landsat сериялы ғарыш аппараттарының мәліметтері) су жиектерінің жай-күйін неғұрлым дәл анықтайды және алқаптың алқаптары дәлірек анықталады. Түсірілім микротолқын диапазонында (RADARSAT ғарыш кемесі) жарық пен бұлттылыққа қарамастан су тасқыны туралы ақпарат алуға мүмкіндік береді [8, 9].

Ғарыштан қашықтықтан бақылау деректері нарығындағы жағдай жақсы дамуда. Ғарыш аппараттарының саны мен олардың жұмыс қабілеттілігі артып, қашықтықтан бақылау деректеріне құны айтарлықтай төмендейді. Мұның бәрі ғарыштан Жер суреттерін пайдалану технологиясын жетілдіруге, әсіресе су тасқыны мен су тасқынына мониторинг жүргізу кезінде жетілдіруге ерекше назар аударуды қажет етеді. Су ресурстарын, су тасқыны мен бөгеттің бұзылуының ғарыштық мониторингін жүйелеу үшін су басу қаупі бар өзендер бассейндерінің аумақтары таңдалып алынды, оларда ғарыш деректері ескеріліп, өңделіп, сонымен қатар оларға талдау жасалды [10-12]. Ғарыштық ақпараттың құрамы мен оны төтенше жағдайлардың қауіп-қатерін бағалау кешенінде қолдану туралы қысқаша айтуға болады:

Спутниктік кескіннің түрі:

1. Terra / Aqua - MODIS (NOAA) - су тасқыны кезеңінде Сырдария (Көксарай, Шардара), Ертіс, Жайық, Іле (Балқаш) өзендерінің аумағында күн сайын қайталанды;
2. Landsat 5 (IRS-P5 және басқа орта деңгейлі ғарыштық мәліметтер 15-30 м) - жыл сайынғы мозаика (әсіресе су тасқыны кезеңінде) Сырдария (Көксарай, Шардара) өзендерінің аумағында (10 көрініс), Ертіс (11 көрініс), Жайық (6 көрініс), Іле (Балқаш) (12 көрініс);
3. Quick Bird (басқа ультра жоғары кеңістіктік деректер 0,5-1 м немесе аэрофотосуреттер) - жыл сайын Көксарай, Шардара (бөгет), Ертіс (2 бөгет), Орал (1 телім жер) Іле өзендерінің аумағында (1 телім жер).
4. RADARSAT-1 (басқа радиолокациялық спутниктердің мәліметтері) - жыл сайын Сырдария (Көксарай, Шардара), Ертіс, Жайық, Іле (Балқаш) өзендерінің аумағында 1 көрініс үшін.

Нәтижелер. Мониторинг әдістерін қолдану арқылы алынған нәтижелер Қазақстанның су секторын басқару органдарымен шешім қабылдау кезінде қолданылуы мүмкін. Біріктірілген ГАЖ технологиясын, оның ішінде қашықтықтан бақылауды өңдеу әдістерін автоматтандыру деңгейі көптеген басқа ГАЖ технологияларына қарағанда анағұрлым жоғары. Оның келешегі өте зор, себебі ол географиялық ақпараттық жүйелердің өңдеу жүйелері ретінде мүмкіндіктерін кеңейтуге көмектеседі. Жер ресурстарын ғарыштан қашықтықтан бақылау әдісіне негізделген су ресурстарын жер үсті-ғарыштық бақылау ГАЖ технологиясымен ұштастыра отырып, су ресурстарын ұзақ мерзімді бақылау міндеттерін шешуге және төтенше жағдайларға әкелетін төтенше жағдайларды, құбылыстарды анықтауға мүмкіндік береді, сондай-ақ олардың салдарын бағалау үшін де қажет [13,14].

Қорытынды. Спутниктік деректерді беру жүйесінің автономды электрмен жабдықтау жүйесіне келесі энергияны пайдалану үшін энергия өндіруге және жинақтауға кіретін жабдықтар кешені кіреді. Су деңгейін өлшеу жабдықтары да әр түрлі болуы мүмкін. Жүйенің жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін өлшеу құралдары деректерді беру ішкі жүйесімен және электрмен жабдықтау жүйесімен байланыстырылады. Бұл жүйелерді біріктіру теңіз көлдеріндегі судың деңгейін бақылауға мүмкіндік береді, бірақ олардың орналасуы өте қолжетімсіз болып келеді. Су деңгейін өлшейтін техникалық құралдар әр түрлі мерзімділігі бар сенсорлардан мәлімет алуға қабілетті болуы керек [15].

Жиналған мәліметтер ситуациялық орталықтарға жіберіліп, арнайы қызметтер ықтимал су тасқыны мен су тасқынын болжау, су шығынын есептеу және басқа мақсаттар үшін пайдаланады. Мониторинг жүйесін басқа автоматтандырылған жүйелермен, мысалы, су электр станцияларындағы бөгеттердің суды жинау және босату жүйелерімен, дабыл қағу жүйелерімен және басқа өзара байланысты жүйелермен де қосуға болады. Су деңгейінің мониторингі жүйесін енгізу төтенше жағдайлардың алдын алуға мүмкіндік береді.

Жұмыс AP05131027 «Ақпаратты қорғаудың биометриялық әдістері мен құралдарын жасау» жобасы бойынша 2018-2020 жылдарға арналған ғылыми зерттеулерге гранттық қаржыландыру есебінен жүргізілді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Ibrayev, T., Badjanov, B., Li, M. Long-Term Monitoring and Water Resource Management in the Republic of Kazakhstan. In: Mueller, L., Saparov, A., Lischeid, G. (eds) // Novel measurement and assessment tools for monitoring and management of land and water resources in agricultural landscapes of Central Asia. Springer Environmental Science and Engineering, 2014. – P. 75-89.

[2] T.Zh. Mazakov, Sh.A. Dzhomartova, P. Kisala, G.Z. Ziyatbekova. New approaches for solving problems of the simulation of flood wales and breakthrough to justify protective measures // HERALD of the Kazakh – British Technical University. – Almaty, 2019. – № 4(51), Volume 16.– P. 138-144.

[3] Михеев В.А. Гидрология, динамика уровня воды в озерах – http://samorazvitie.net/book/105-gidrologiya-v-a-mixeev/40-44-dinamika-urovnya-vody-v-ozerax.html.

[4] Абрахин С.И., Прокошев В.Г., Аракелян С.М. Математическое моделирование последствий прорыва плотины на реке с применением ГИС-технологий // XII Всероссийская научно-методическая конференция «Телематика – 2005». – СПб.: СПбИТМО, 2005. – Т. 1. – С. 216-217.

[5] Зиятбекова Г.З., Мазаков Т.Ж. Определение методов и средств мониторинга уровня воды в водоемах // Сборник трудов XV междунар. науч.-прак. конф. «Инновационные, информационные и коммуникационные технологии». – Россия, г. Сочи, 2018. – С. 62-65.

[6] Немировский А.А. Разработка метода формирования намывного хвостохранилища, утойчивого к ветровым потокам. – М.: Дис. канд. техн. наук, 2016. – 131 с.

[7] Снигур К.С. Математическое моделирование русловых процессов в каналах с песчано-гравийным основанием. – Комсомольск-на-Амуре: Дис. физ.-мат. наук, 2016. – 148 с.

[8] Храбрый А.И. Численное моделирование нестационарных турбулетных течений жидкости со свободной поверхностью. – Санкт-Петербург: Дис. канд.техн.наук, 2014. – 154 с.

[9] Виноградов Ю.Б., Виноградова Т.А. Математическое моделирование в гидрологии. – М.: Изд. центр «Академия», 2010. – 304 с.

[10] Стриганова М.Ю. Методы оценки и прогнозирование последствии при разрушении гидротехнических сооружений // Вестник командно-инженерного института МЧС Республики Белорусь, 2012. – № 1(15). – С.10-21.

[11] Кучук Н.Г. Обобщенная математическая модель процесса оперативного управления ликвидацией последствий чрезвычайных ситуаций глобального характера // Системи обробки інформаци, 2015. – Вып. 3 (128). – С.140-143.

[12] Землянов И.В., Горелиц О.В. Технологии использования данных дистанционного зондирования Земли из космоса для мониторинга сезонных процессов в прибрежной зоне и устьевых областях рек Каспийского моря // «Пособие по применению данных дистанционного зондирования для управления морской и прибрежными экосистемами Прикаспийского региона». – М., 2004.

[13] Исаев Д.Ю., Никольский Е.К., Тарарин А.М. Прогнозирование зон затопления методом дистанционного зондирования Земли // Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. V науч.-практ. конф. Сб. матер. – М.: Центр "Антистихия", 2005.

[14] Тарарин А.М. Полуавтоматическое определение границ зеркала воды по материалам дистанционного зондирования высокого разрешения // Архитектура, геоэкология, экономика.: Сб. тр. аспирантов и магистрантов. Н.Новгород: ННГАСУ, 2006. – С. 371-374.

[15] Ш.А. Джомартова, Зиятбекова Г.З. К вопросу о проблемах разработки автоматизированных систем предупреждения и прогнозирования прорыва дамб // Вестник КазНИТУ им. К.И. Сатпаева. – Алматы, 2018. – № 2(126). – С.136-139.

Мазаков Т.Ж., Джомартова Ш.А., Kisala P., Зиятбекова Г.З.

Проблемы и мероприятия для развития мониторинга водных ресурсов

Аннотация. Работа посвящена актуальной проблеме методам оценки экологической безопасности региона. Конкретно рассматривается мониторинг уровня воды в водоемах для предотвращения наводнений. Проведен обзор по данной тематике, рассмотрены различные причины, приводящие к авариям на дамбах. Данная информация в последствии используется для прогнозирования аварийной ситуации. В работе проанализирован опыт применения геоинформационных систем (ГИС) для мониторинга паводков и наводнений на территории Казахстана. Освещены основные проблемы использования космических снимков при мониторинге затоплений.

Ключевые слова: водные ресурсы, космический мониторинг, геоинформационные технологии, метод, защита территорий от затопления.

УД К 621.9.025.6

B.K. Balbekova, A.Zh.Kuzembayeva
(Karaganda State Technical University, Republic of Kazakhstan, Karaganda
Email: aliya_kvptk@mail.ru)

STUDY OF STRENGTHENING DIFFUSION LAYERS PRODUCED ON THE BASIS OF CAST STEEL OF BRAND 45Л

Abstract. The results of investigations of mechanism and kinetics of formation of diffusion layers of spinnerets are given in the article. Described is a method of strengthening steel surface with boron and chromium from a developed saturating mixture. The summary provides an overview of scientific and technical information on the development of new high-performance methods for strengthening machine and tool parts. Data on measurement of thickness of diffusion borochromated and borotitanized layers are obtained. Analysis of microstructures of obtained diffusion layers is presented. The influence of the steel composition on the thickness of the reinforcing layer is considered. After optimising the mixture composition, the effect of saturation temperature on the composition and thickness of the diffusion layers was studied.

Key words: Steel, die, diffusion layer, microstructure, surface hardening, borochroming, borotitanization.

Б.К. Балбекова, А.Ж. Кузембаева
(Карагандинский государственный технический университет, Республика Казахстан, Караганда
E-mail: aliya_kvptk@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ УПРОЧНЯЮЩИХ ДИФФУЗИОННЫХ СЛОЕВ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ ЛИТОЙ СТАЛИ МАРКИ 45Л

Аннотация. В статье приведены результаты исследований механизма и кинетики формирования диффузионных слоев фильер. Описан способ упрочнения поверхности стали бором и хромом из разработанной насыщающей смеси. В краткой форме представлен обзор научно-технической информации по разработке новых высокоэффективных методов упрочнения деталей машин и инструмента. Получены данные по измерению толщины диффузионных борохромированных и боротитанированных слоев. Представлен анализ микроструктур полученных диффузионных слоев. Рассмотрено влияние состава стали на толщину упрочняющего слоя. После оптимизации состава смеси изучено влияние температуры насыщения на состав, толщину диффузионных слоев.

Ключевые слова: стали, фильера, диффузионный слой, микроструктура, поверхностное упрочнение, борохромирование, боротитанирование.

Состав и свойства поверхностных слоев сплавов оказывают основное влияние на работоспособность изделий машин целиком. В процессе использования инструментов и деталей этих машин постоянным и активным внешним воздействиям данные слои подвергаются изнашиваемости.

В машиностроении используются различные способы упрочнения поверхности деталей: лазерное упрочнение, наплавка, накатка, применение различных технологий нанесения покрытий. Применение

данных технологий требует использования дорогостоящих упрочняющих сплавов, уникального, сложного и энергоёмкого оборудования, а также высококвалифицированного персонала [1].

Особый интерес представляет разработка новых высокоэффективных методов упрочнения деталей машин и инструмента за счет диффузионного насыщения поверхности металлов различными химическими элементами.

А также большой практический интерес представляет получение диффузионных слоев в процессе литья на основе боридов железа, отличающихся, как известно, высокой твердостью и износостойкостью. Улучшение работоспособности механизмов и деталей машин в целом, инструмента и технической оснастки, их долговечности и надежности обеспечивается своего рода оптимизацией технологии химического состава насыщающей смеси и нанесения борсодержащих покрытий. Тем не менее, имеющиеся методы изготовления таких легированных покрытий имеют недостатки, а также трудоёмкие [2].

Данных недостатков не имеет способ поверхностного упрочнения, рассмотренный в статье Кошеляева Е.А., когда процесс изготовления изделия и упрочнение поверхности совмещены в один процесс. В данном случае улучшение поверхностного слоя происходит в результате взаимосвязи горячего материала отливки с легирующим облицовочным слоем, нанесенным на поверхность разрабатываемой формы. Но такое комбинирование может быть только при производстве деталей машин и инструмента методами литья [3].

Целью работы является исследование поверхностного упрочнения фильер, выполненных из стали марки 45Л, методом насыщения диффузионных слоев.

Фильеры — это специальные, высокопрочные формы, через которые продавливают различные вещества. Основное требование к фильерам — низкая химическая активность и изнашиваемость, в противном случае происходит быстрый износ, ведущий к изменению формы отверстий в фильере. Фильеры обычно изготавливаются из инструментальных сталей и твердых сплавов [4-5].

Сталь 45Л применяется для изготовления отливок деталей, работающих на износ: фильер, станин, зубчатых колес и венцов, тормозных дисков, муфт, кожухов, опорных катков, звездочек и других деталей. К данным деталям предъявляются требования повышенной прочности и высокого сопротивления износу и работающих под действием статических и динамических нагрузок.

Выбор марки стали и метода её упрочнения для фильер производят в зависимости от степени их нагруженности. Основными параметрами фильер является габаритные размеры и форма капилляра: шероховатость зеркала (рабочей поверхности) фильеры и внутренней поверхности капилляра, количество отверстий. Количество, диаметр и форма отверстий в фильере зависят от ассортимента волокна (нити). Для получения мононитей используют фильеры с одним отверстием. Массовые ассортименты волокон и нитей производят на фильерах с капиллярами круглого поперечного сечения. Наряду с круглыми отверстиями используются и отверстия сложной формы для получения профилированных волокон и нитей. Особые фильеры используются для формования бикомпонентных волокон и нитей.

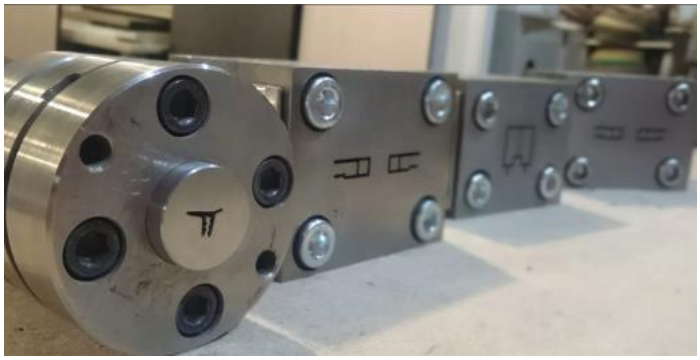


Рис. 1. Фильер

Из многолетнего опыта работы с предприятиями химических волокон, очевидно, что для изготовления нового вида волокна необходимы свои, индивидуальные фильеры. Зачастую требуются принципиально новые инженерные решения разработки и изготовления данной новой фильеры.

Диффузионное насыщение структур, фазовых и химических составов упрочняющих слоев изучались металлографическим и микрорентгеноспектральным методами.

Металлографическое исследование проводили на оптических микроскопах и электронном растровом микроскопе

Для просмотра в оптическом микроскопе шлифы готовились методами химического и электрохимического травления. С помощью растрового микроскопа был проведен фрактографический анализ поверхности разрушения и состояние изношенной поверхности.

По итогам десяти измерении толщины диффузионного слоя на рисунке 2 показаны его средние значения. С целью изучения влияния стали на толщину упрочняющего слоя были получены дополнительные сведенья с использованием стали марки 30Л. Заметно, что состав стали марки 45Л не оказывает особого влияния на толщину изготовленного упрочненного слоя, полученного во время поверхностного легирования стали при литье.

Основное влияние на образование диффузионного слоя оказывает время выполнения процесса кристаллизации и охлаждения в аустенитном состоянии и время выдержки отливки при температуре выше 800°С (рисунок 2, а), на что влияет толщина стенки отливки (рисунок 2, б). При толщине стенки отливки 10 мм и длительность выдержки в форме 5 мин на всех сталях получены слои толщиной от 0,9 до 1,2 мм. Микротвердость слоя изменяется в пределах от 7500 МПа при борохромировании и до 14000 МПа при боротитанировании.

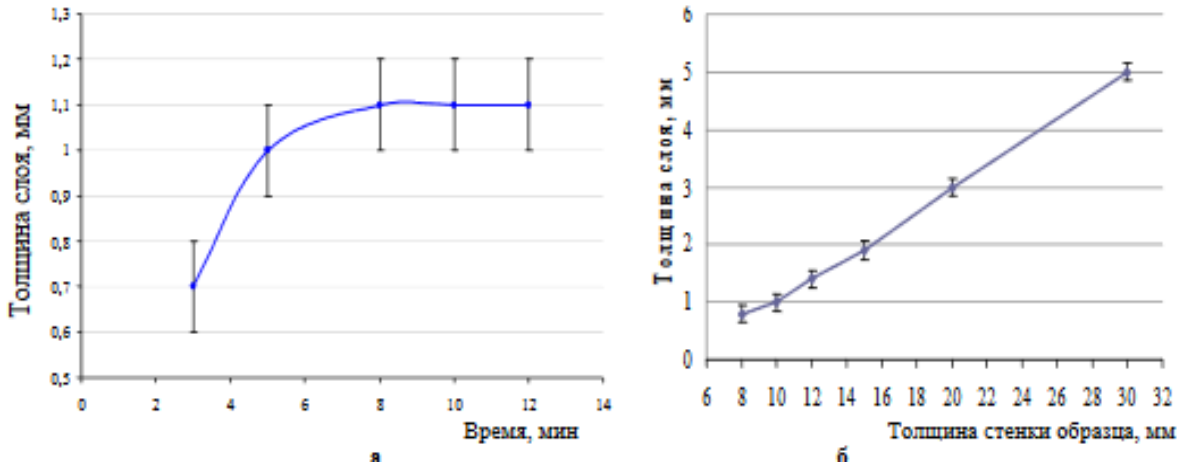


Рис. 2. Воздействие на толщину борохромированного слоя на сталь 45Л

Диффузионный борохромированный слой и его структура показана на рисунке 3. Образовавшаяся вместо игольчатых слоёв, диффузионные слои толщина которого более 1 мм имеет микроструктуру боридной эвтектики с достаточными дополнениями перлита (до 30 мкм), где смесь боридов и перлита представляют собой мелкодисперсную механическую эвтектику.

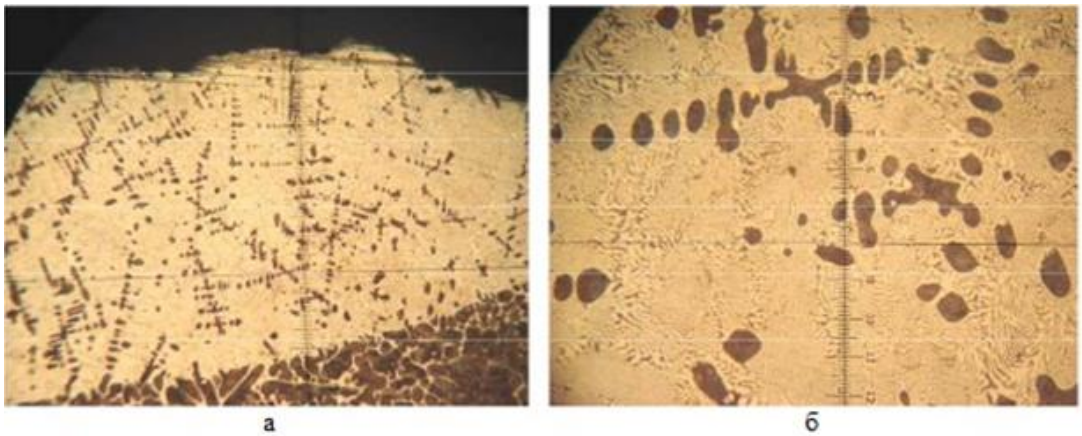


Рис. 3. Структура борохромированного диффузионного слоя на стали 45Л, полученного при литье, *а – цена деления шкалы 10 мкм, б – цена деления шкалы 2,5 мкм*

Диффузионный боротитанированный слой и его микроструктура изображена на рисунке 4. Здесь эвтектика показывает мелкодисперсную механическую смесь перлита и боридов. Строение боридной эвтевтики диффузионного слоя с большими добавлениями боридов (до 68 мкм) и твёрдостью до 14000МПа.

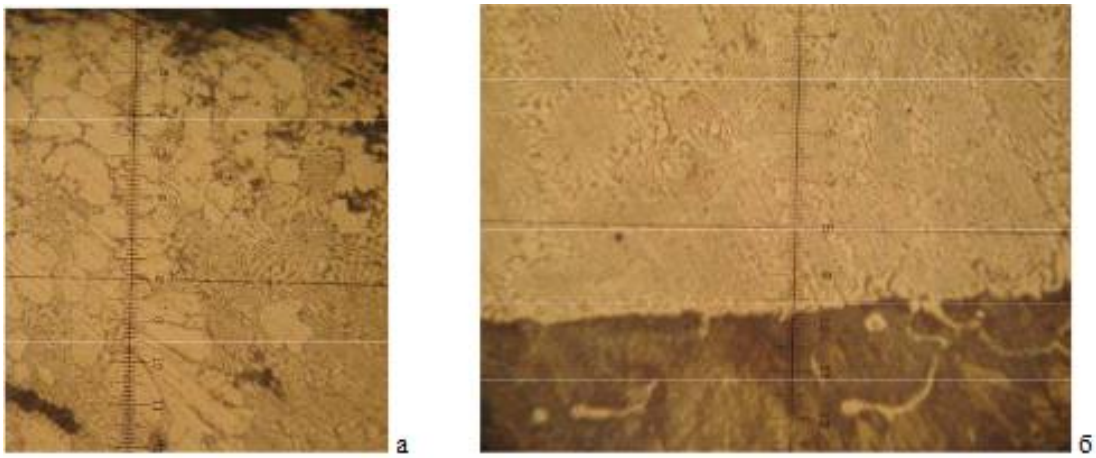


Рис. 4. Диффузионный боротитанированный слои и его микроструктура рассмотренная на стали 45Л, полученного при литье, *а – цена деления шкалы 10 мкм, б – цена деления шкалы 2,5 мкм*

Исходя из этого, при изготовлении литых изделий имеется возможность и уместность упрочнения поверхностного слоя деталей машин сочетанием насыщения бором и хромом.

Карбид бора был принят как поставщик бора для поверхностного упрочнения инструмента и стальных деталей, в основу состава которых входит насыщающая смесь. Дальнейшим компонентом, входящим в состав обмазки, был принят диборид хрома, являющийся поставщиком хрома. Для активности процесса насыщения из обмазки используется фторид натрия. После процесса насыщения мелкодисперсный графит создает легкое отделение обмазки и достаточную толщину диффузионных слоев. В то же время в процессе сушки бетонит обеспечивает необходимую жесткость обмазке и устраняет осыпание обмазки.

Таким образом, в результате диффузионного насыщения улучшаются качественные характеристики сплава, что благотворно влияет на свойства и структуру стали при её дальнейшей эксплуатации. Испытание фильер улучшенных с помощью метода диффузионного насыщения поверхности бором и хромом, показали, что их прочность увеличивается более чем в 4,5 раза, а применение различных технологии упрочнения даёт снизить затраты на разработку данной детали в 1,5 раза.

ЛИТЕРАТУРА

[1] ShakhvorostovW.P. Method of strengthening machine parts: training and methodical complex of discipline – M.:MGUTU, 2012. –28 c.

[2] IvanovS. G. 9 / S. G. Ivanov, A.M.Guriev, E.A.Kosheleva, O.A.Vlasova, M.A. Guriev // Polzunovsky almanac. – 2008. – No3. – C. 53–54.

[3] KoshelevaE. ATechnology of multicomponent diffusion hardening of machine parts and tools for power engineering from boron carbide mixtures / E. A. Kosheleva, S. G. Ivanov, E. A. Nesterenko, M. A Guriev, S. A. Zemlyakov, O. A. Vlasova, A. G. Ivanov // Polzunovsky messenger. – 2010.– No1.– C.106–113

[4] GurievA. M. Hardening of cast high-speed steel by thermocyclic treatment / A. M. Guriev, Y. P. Harayev, M. A. Guriev // Modern high technologies. – 2005. – No10. – C. 79–81.

[5] LygdenovB.D. Activation of saturating powder mixtures with non-carbide-forming metals / B. D. Lygdenov, O. A. Vlasova, M. A. Guriev // Polzunovsky almanac. – No3. – 2006. – C. 32–33

Балбекова Б.К., Кузембаева А.Ж.

45л маркалы болат негізінде алынған берік диффузиялық қабаттарды зерттеу

Аңдатпа. Мақалада фильердің диффузиялық қабаттарын қалыптастыру механизмі мен кинетикасын зерттеу нәтижелері келтірілген. Өңделген қанықтырғыш қоспадан болаттың бормен және хроммен бетін

беріктендіру әдісі сипатталған. Қысқаша нысанда машиналар мен құрал-саймандардың бөлшектерін беріктендірудің жаңа жоғары тиімді әдістерін әзірлеу бойынша ғылыми-техникалық ақпаратқа шолу ұсынылған. Диффузиялық борхромды және бортитанирленген қабаттардың қалыңдығын өлшеу бойынша деректер алынды. Алынған диффузиялық қабаттардың микроқұрылымдарына талдау жасалған. Берік қабаттың қалыңдығына болат құрамының әсері қарастырылды. Қоспаның құрамын оңтайландырғаннан кейін қанығу температурасының құрамы мен диффузиялық қабаттардың қалыңдығына әсері зерттелді.

Кілт сөздер: Болат, фильерлер, диффузионды қабат, микроқұрылым, беткейлік беріктендіру, борхромдау, бортитандау

УДК 624.63-52:622.44

[1]B.A. Unaspekov, [1] T.I. Irgibayev, [1]A.S. Tyrakhanov
[2]A.M. Krasyuk, [2]I.V. Lugin
([1]Satbaev University, Almaty, Kazakhstan)
([2]Institute of Mining. N.A. Chekanala
SB Russian Academy of Sciences, Russia)
E-mail: unaspekov@yandex.kz

FEATURES OF METRO VENTILATION SYSTEMS

Abstract. The influence of the main factors determining air exchange in underground structures is considered: the operation of fans, natural traction, piston action of trains.

Key words: underground, fan, air, movement, dynamics, piston effect.

[1]Б.А. Унаспеков, [1] Т.И. Иргибаев, [1]А.Ш. Тураханов
[2]А.М. Красюк, [2]И.В. Лугин
([1]КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, Республика Казахстан)
([2]Институт горного дела им. Н.В. Чинакала СО РАН, Россия**)**

ОСОБЕННОСТИ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ МЕТРОПОЛИТЕНА

Аннотация. Рассмотрено влияние основных факторов, определяющих воздухообмен в подземных сооружениях метрополитена.

Ключевые слова: метрополитен, вентилятор, воздух, движение, динамика, поршневой эффект.

Первоначально метрополитен проветривался за счет поршневого действия поездов, двигающихся в тоннелях, так называемого поршневого эффекта. Для этого через каждые 150 м пути сооружались вентиляционные шахты, связывающие тоннели с поверхностью. Требовалось большое количество таких шахт, и не всегда была возможность построить их в уже сложившейся инфраструктуре города. Кроме того, с увеличением пассажиропотока требовалось все больше воздуха подавать под землю. Для создания в подземных сооружения метрополитена необходимого микроклимата служат две системы вентиляции. Одна (местная) обеспечивает условия работы обслуживающего персонала в многочисленных служебных помещениях станций, вторая- поддерживает микроклимат в тоннелях и пассажирских помещениях станций. Первые метрополитены в стране, Московский и Санкт-Петербургский, изначально были глубокого заложения, т.е. станции находились на глубине более 20 м и сооружались закрытым способом. Грунты на этих глубинах достаточно теплые, и тоннельная вентиляция была двунаправленной. Это означает, что летом воздух подавался на станции, а извлекался через перегонные венткамеры, зимой наоборот- подавался на перегонах, а удалялся на станциях. Таким образом, зимой холодный воздух, двигаясь по тоннелям, нагревался за счет контакта с обделкой и подавался на станции уже с положительной температурой.

Такие двунаправленные системы вентиляции требовали использования реверсивных вентиляторов. Специфика осевых турбомашин (вентиляторов) состоит в том, что если в прямом режиме он работает с высоким КПД, например 0.8, то в реверсивном режиме КПД значительно ниже и составляет 0.45. Следовательно, 6 месяцев в году вентиляторы эксплуатируются с низким КПД.

Если учесть, что на каждой станции и на каждом перегоне между ними строятся венткамеры, в которые устанавливаются по два осевых вентилятора мощностью от 45 до 110 кВт каждый, понятно, почему энергопотребление системы тоннельной вентиляции уступает только энергопотреблению подвижного состава и достигает 0.9-1.2 млн кВт·ч в год на 1 км линий метрополитена. Тоннельная вентиляция метрополитенов мелкого заложения, эксплуатирующихся в регионах с резко-континентальным климатом, имеет свои особенности. В первую очередь к ним относится сезонный характер работы вентиляции. Опыт эксплуатации таких метрополитенов показал, что для сохранения требуемых температур воздуха на станциях и в тоннелях в зимний период тоннельные вентиляторы должны отключаться при наступлении отрицательных среднесуточных температур атмосферного воздуха. Это обусловлено главным образом недостаточными теплоаккумулирующими возможностями грунтов, окружающих вентиляционные шахты и тоннели, из-за их близости к поверхности. Вентиляция метрополитена в холодный период осуществляется за счет поршневого действия поездов в тоннелях и за счет естественной тяги. В теплый период года вентиляторы включают. Таким образом, вентиляторы функционируют только в теплый период года.

В метрополитенах в основном применяют тоннельные вентиляторы российского производства. В России четыре завода выпускают такие машины: Артемовский машиностроительный завод (Свердловская область), «Ладафлект» (г. Тольятти), Томский электромашиностроительный завод и Новосибирский энергомашиностроительный завод «Тайра». В метрополитене г.Алматы используются вентиляторы дальнего зарубежья.

Тоннельные вентиляторы - это осевые турбомашины с диаметром рабочего колеса от 1.6 до 2.4 м и производительностью от 20 до 90 м/с. К ним предъявляется специфическое требование (п. 5.16.5.1 [1]): они должны сохранять свою работоспособность при температуре окружающей среды 250 или 400 ºС (в зависимости от места их установки) в течение 1 ч. Это связано с обеспечением режима дымоудаления в случае пожара в метрополитене. Требуемое количество воздуха зависит от многих параметров: температуры атмосферного воздуха, количества пассажиров, интенсивности движения поездов и т.п. Поэтому вентиляторы должны регулироваться по производительности. Существуют три способа регулирования осевых турбомашин: изменением угла установки лопаток входного направляющего аппарата, изменением угла установки лопаток рабочего колеса и изменением частоты вращения ротора. В настоящее время наметилась устойчивая тенденция использования последнего способа регулирования производительности вентилятора. Поэтому службы эксплуатации метрополитенов требуют, чтобы вентиляторы снабжались частотно-регулируемым приводом.

Как правило, воздух, подаваемый в подземные сооружения, не проходит предварительную подготовку. Он фактически имеет те же параметры, что и воздух на поверхности у вентиляционных киосков. К венткиоскам предъявляется требование, чтобы они располагались на расстоянии не менее 25 м от автомобильных дорог. Не всегда уже существующая застройка города позволяет соблюсти это требование. Тогда стараются поднять воздухозаборные проемы киоска на максимально возможную высоту, в область меньших концентраций вредных веществ от автомобильных выбросов.

Создание мощных инженерных комплексов с использованием крупномасштабных технологий, таких как метрополитен, приводит к нежелательным последствиям-увеличению опасности возникновения технологических аварий с негативными последствиями для жизни и здоровья людей и материальных ценностей. Увеличение риска возникновения аварий вынуждает обратить внимание на важное свойство вентиляционной системы-се безопасность, под которой понимается обеспечение защиты людей от опасных последствий, возникающих при аварии в метрополитене. С наибольшей вероятностью это внезапное задымление или загорание с выделением токсичных веществ (например, возгорание вагона метропоезда). В случае возникновения опасной ситуации вступает в силу план ликвидации аварии. Одной из основных целей плана является обеспечение безопасных путей эвакуации пассажиров и персонала метрополитена. Вентиляционная система должна работать так, чтобы свежий воздух подавался через выходы со станции навстречу эвакуирующимся. Разработка аварийных режимов работы вентиляции наиболее сложная и ответственная задача, так как от эффективности ее решения зависит спасение жизни людей в чрезвычайной ситуации. Разнообразие конструктивного исполнения станций (линейные станции с двумя выходами, линейные станции с одним выходом, пересадочные станции и т.п.) и варианты пожаров в тоннеле: возгорание в крайнем вагоне, возгорание в средних вагонах-предполагает разнообразие аварийных режимов работы системы тоннельной вентиляции. Охватить все варианты ручным расчетом или натурными

экспериментами невозможно, поэтому все многообразие вариантов анализируется на математических моделях воздухораспределения. В соответствии с планом ликвидации аварии осуществляется маневр вентиляторами. Но до сих пор существуют такие варианты, например пожар в среднем вагоне поезда, остановившемся в тоннеле, при котором в действующих метрополитенах нет возможности обеспечить всем пассажирам безопасную эвакуацию в одном направлении навстречу струе свежего воздуха. Вместо того чтобы вести поиск путей по выходу из такой ситуации при проектировании новых участков метрополитена, в последней актуализированной редакции СНиП [1] вообще убрали пункт, нормирующий режимы работы тоннельной вентиляции при возгорании в среднем вагоне поезда. Ранее такой режим, называемый «нулевым», регламентировался [2, 3].

До конца XX в. метрополитен рассматривался и как объект гражданской обороны. Протяженные участки метрополитенов, в случае угрозы применения оружия массового поражения, могли вместить сотни тысяч людей. Эти участки отсекались герметичными затворами гражданской обороны (ГО) от внешней среды. Тоннельная вентиляция осуществляла циркуляцию воздуха по участку и его обработку. Сейчас в проектах это требование отсутствует, да и на многих существующих станциях затворы ГО демонтировали. Какие же перспективы в развитии тоннельной вентиляции просматриваются на ближайшее время? На наш взгляд, последние достижения в изучении «поршневого эффекта» от движущихся поездов позволяют переложить на него часть вентиляционной нагрузки, снизив тем самым энергопотребление тоннельных вентиляторов. Кроме того, поршневое действие поездов можно эффективно использовать для очистки воздуха путем установки фильтрующих элементов в пристанционных циркуляционных сбойках.

Современные мировые тенденции свидетельствуют об изменении конструктивных решений и способов строительства метрополитенов путем применения вместо двух однопутных тоннелей, традиционных для России и СНГ, одного двухпутного диаметром 9-12 м. Создание линии метрополитена с двухпутным тоннелем требует новых подходов в проектировании тоннельной вентиляции. Как показывает мировой опыт эксплуатации, для метрополитенов двухпутными тоннелями сооружаются станции закрытого типа и применяется раздельная вентиляция станционных пассажирских помещений и тоннелей. Тоннель отделен от платформенного зала станции берегового типа сплошной перегородкой с автоматическими дверями. Также особенностью является то, что в двухпутном тоннеле поезд перекрывает только 18 % площади тоннеля (в отличие от 30 % перекрытия в однопутном тоннеле). Это приводит к снижению поршневого действия поездов и, как следствие, к уменьшению явления дутья на станциях. Многие вопросы, связанные с обеспечением потока свежего воздуха на путях эвакуации при пожарах, также имеют новые, более эффективные решения.

Тоннели метрополитена относятся к горным выработкам, поэтому опыт расчета действия естественной тяги на воздухораспределение в шахтах и рудниках может быть применен в метрополитенах. В работе [4] достаточно полно рассмотрены методы расчета депрессии естественной тяги-гидростатический (удельно-весовой) и термодинамический. Для условий метрополитена они могут быть применены только с учетом специфики вентиляции метро. Кроме того, в [4] приведены опытные данные по измерению воздухообмена естественной вентиляции в шахтах, которые помогают оценить эту величину, выявить влияющие на него факторы. Известные методы расчета аэрации в строительстве описаны В.И. Полушкиным [5]. Их применение для расчета воздухораспределения в метро в прямом виде невозможно. Модель аэрации для здания нуждается в коррекции и доработке, однако с ее помощью можно качественно оценить адекватность разрабатываемых моделей естественной тяги в метро.

В метрополитене мелкого заложения слабое действие естественной тяги обусловлено несколькими факторами. Во-первых, небольшой перепад геодезических отметок мест соединения вентиляционных трактов с атмосферой. Он складывается из глубины заложения подземных станций и уклона тоннеля. При мелком заложении глубина станций не более 12-20 м (расстояние от поверхности до уровня головки рельса). Максимальный уклон 40%, максимальная длина перегона 2000 м, следовательно, максимальный перепад 2000- 40 -80 м.

Во-вторых, величина естественной тяги зависит от климатических условий. В теплый период года естественная тяга низкая из-за невысокой разности температур воздуха в тоннеле и атмосферного воздуха. В соответствии с [1] в теплый период года разность температур между воздухом в пассажирских помещениях станции и атмосферным не должна превышать 4 °С. В холодный период года венткамеры закрыты затворами гражданской обороны (ГО). На пешеходных путях естественная тяга мала, так как разность температур воздуха есть только на небольшом

перепаде высот от кассового зала до поверхности, В кассовом зале нормативная температура воздуха не ниже +10, в тоннеле не более +16°. Кроме того, в период знакопеременного направления движения воздуха, вызванного «поршневым эффектом» поездов, четко выраженное действие естественной тяги не проявляется. При частоте движения свыше 20 пар/ч, времени, когда поезда на перегоне отсутствуют, недостаточно для восстановления той скорости воздушного потока, которую бы он имел от действия естественной тяги, но при отсутствии поездов.

Следовательно, в метрополитенах мелкого заложения на участках линии без резких перепадов рельефа в теплый и холодный естественной тяги расчетах тоннельной вентиляции в штатных ситуациях во время движения поездов учитывать не следует из-за ее невысокого значения по сравнению с поршневым действием поездов и тоннельной вентиляции. В холодный период года естественную тягу необходимо учитывать только в расчете ночных режимов вентиляции, когда отсутствует движение поездов на линии. Однако при пожаре в тоннеле естественная тяга, которая в этом случае называется пожарно-тепловой депрессией (ПТД), достигает высоких значений. Соответственно ПТД начинает существенно ее необходимо учитывать при расчетах аварийной вентиляции.

В настоящее время широко используют два основных метода определения величины депрессии естественной тяги в шахтах: гидростатический и термодинамический. Гидростатический метод расчета заключается в том, что депрессию естественной тяги $\Delta P_е$, определяют как разность давлений нисходящего и восходящего столбов воздуха:

$$\Delta P_е = Hg(\rho_н - \rho_Т) \quad (1.1)$$

где $\rho_н$ - плотность нисходящего столба воздуха, кг/м^3; $\rho_Т$ - плотность восходяшего столба воздуха, кг/м^3; H - высота столба воздуха, м; g-ускорение свободного падения, м/с^2.

В разработанном проф. А.Ф. Воропаевым [6] термодинамическом методе учитывается изменение состояния воздуха, связанное с его движением и теплообменом в горных выработках. Метод основан на представлении депрессии естественной тяги как работы, производимой единицей объема в результате притока тепла на пути его движения от входа в шахту. Величина депрессии определяется с помощью индикаторных Н-Т диаграмм (рисунок 1, б). Депрессию естественной тяги $\Delta P_е$ вычисляют по формуле:

$$\Delta P_е = \frac{g S_к \rho_{ср}}{Т_Ц} \quad (1.2)$$

где $S_к$ - площадь фигуры, м^2; $\rho_{ср}$ - средняя плотность воздуха, кг/м^3 ; $Т_ц$ - температура в центре тяжести фигуры, К.

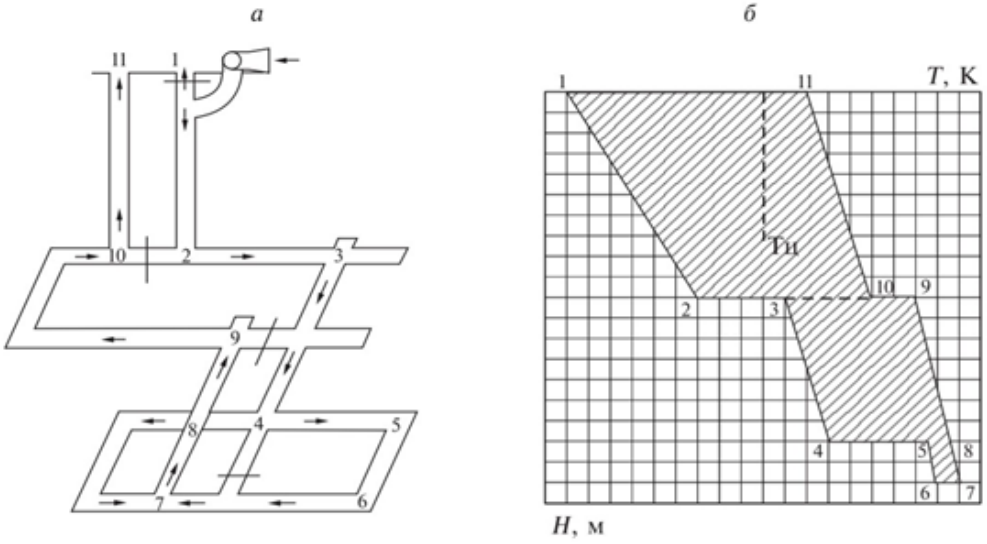


Рис. 1. Схема проветривания шахты (а) и диаграмма естественной тяги в координатах Н-Т (б). I-II –узлы вентиляционной сети шахты.

В строительстве для расчета аэрации к настоящему времени известны четыре основных метода [7, 8]: избыточных давлений (проф. П.Н. Каменев); «нейтральной зоны» (проф. Г.А. Максимов); фиктивных давлений (проф. В.В. Батурин); фиктивной «нейтральной зоны» (проф. С.Е. Бутаков).

Несмотря на внешние и методологические различия, все эти методы дают одинаковые результаты. В основе их лежат следующие допущения:

- тепловые и аэродинамические процессы внутри помещения считаются установившимися во времени;

- гравитационное давление изменяется по высоте по линейному закону:

$$\Delta P_h = \Delta H g \rho \qquad (1.2)$$

где ΔP_h -изменение давления Па; ΔH -приращение расстояния по вертикали, м;

- параметры воздуха в горизонтальном сечении помещения одинаковы во всех точках;

- потери давления при движении воздуха по помещению пренебрежительно малы по сравнению с потерями давления в аэрационных проемах;

- при определении расходов воздуха через проемы перепад давлений в них считается постоянным по вертикали и равным разности давлений на их оси;

- совместное действие ветрового и гравитационного давлений учитывается их алгебраическим сложением.

На расчетные параметры механической вентиляции метрополитена, осуществляемой посредством тоннельных вентиляторов, значительное влияние оказывает поршневое действие движущихся поездов. Особенно велико оно в метрополитенах мелкого заложения из-за существенной аэродинамической связи тоннелей с атмосферой. При этом объем воздуха, перемещаемый поездами по тоннелям, соизмерим с производительностью тоннельных вентиляторов. В метрополитенах мелкого заложения на территориях с резко континентальным климатом в холодный период года тоннельные вентиляторы отключают, чтобы не переохладить подземные сооружения атмосферным воздухом, имеющим отрицательную температуру.

В этот период вентиляция тоннелей и станций происходит в основном за счет поршневого действия поездов. Поэтому задача создания метода расчета воздухораспределения, вызванного «поршневым эффектом», весьма актуальна.

Расчет динамики движения воздуха, инициированного поездом, значительно сложнее расчета установившегося (статического) воздухораспределения, так как требуется учитывать инерционность потоков воздуха, потери энергии потока из-за вязкого трения между струями, а также потери при поворотах и разветвлениях потока.

Анализ результатов численного моделирования показывает, что при движении одного поезда по линии метрополитена расходы воздуха через станции, инициированные его поршневым действием, соответствует расходам тоннельных вентиляторов [9,10]. С увеличением частоты движения поездов количество двигающегося по тоннелям воздуха от «поршневого эффекта» увеличивается, а количество воздуха, проходящего через станции, уменьшается. Это объясняется возникновением на перегонах циркуляционных контуров, удерживающих в них большие расходы воздуха. В связи с этим математическое моделирование динамики движения воздуха применительно к метрополитену г.Алматы является необходимым и актуальным.

Выводы:

1. Рассмотрена специфика осевых турбомашин (вентиляторов) для создания вентиляции в метрополитене.

2. Тоннельная вентиляция метрополитенов мелкого заложения, эксплуатирующихся в регионах с резко-континентальным климатом, имеет свои особенности. В первую очередь к ним относится сезонный характер работы вентиляции.

3. В метрополитене мелкого заложения слабое действие естественной тяги обусловлено несколькими факторами. Во-первых, небольшой перепад геодезических отметок мест соединения вентиляционных трактов с атмосферой.

4. На расчетные параметры механической вентиляции метрополитена, осуществляемой посредством тоннельных вентиляторов, значительное влияние оказывает поршневое действие движущихся поездов. Особенно велико оно в метрополитенах мелкого заложения из-за существенной аэродинамической связи тоннелей с атмосферой.

ЛИТЕРАТУРЫ

[1]. СП 120.13330.2.12. Метрополитены. Актуализированная редакция СНиП 32-02-2003. -Утв. Приказом Минрегион РФ 30.06.2013. -М., 2013. -260с.

[2]. СНиП 32-02-2003: Метрополитены. -Введ.2004-01-01. -М.: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004. -36с.

[3]. СП 32-105-2004. Свод правил по проектированию и строительству. Метрополитены. -Одобрен для применения Письмом Госстроя России №ЛБ-1912/9 от 23.03.2004 г.

[4]. Алехичев С.П. Естественная тяга и тепловой режим рудников/С.П. Алехичев, Г.В. Калабин. -Л., 1974. -111с.

[5]. Полушкин В.И. Вентиляция/В.И. Полушкин, С.М. Анисимов, В.Ф. Васильев, В.В. Дерюгин. -М., 2008. -416с.

[6]. Воропаев А.Ф. Тепловое кондиционирование рудничного воздуха в глубоких шахтах/А.Ф. Воропаев. М.:Недра, 1979.-192 с.

[7]. Шувалов Ю.В. Тепловой режим глубоких рудников/Ю.В. Шувалов, В.Т. Кравченко. -М.: Недра, 1993. -337с.

[8]. Шербань А.И. Научные основы расчета и регулирования теплового режима глубоких шахт/А.Н. Щербань, О.А. Кремнев. -Киев: Изд-во АН УССР, 1979. -385с.

[9]. Красюк А.М. Об эффекте возникновения циркуляционных колец и их влияния на воздухораспределение в метрополитене мелкого заложения/А.М. Красюк, И.В. Лугин, А.Ю. Пьянкова//ФТПРПИ. -2015.-№1. -С.122-128.

[10]. Павлов С.А. Повышение эффективности использования поршневого действия поездов для тоннельной вентиляции метрополитена: дис…канд.техн.наук /С.А. Павлов. Новосибирск. 2011. -149с.

Унаспеков Б.А., Иргибаев Т.И., Тураханов А.Ш., Красюк А.М., Лугин И.В.

Метрополитеннің желдету жүйелерінің ерекшеліктері

Түйіндеме. Ауа райы күрт өзгермелі аймақтарда пайдаланылатын шағын тереңдікте салынған метрополитендердегі тоннельдік желдеткіштердің ерекшеліктері бар. Бірінші кезекте оларға желдету жұмысының маусымдық сипаты жатады. Жылы және суық кезеңдерде қатты өзгермейтін рельефтің желі учаскелерінде шағын тереңдіктегі метрополитендерде тоннель желдеткішінің есептерінде табиғи тартымдарды пойыздардың қозғалысы кезінде қалыпты жағдайларда ескермеуге болады.

Түйінді сөздер: метрополитен, желдеткіш, ауа, қозғалыс, динамика, поршень әсері.

Unaspekov B.A., Irgebaev T.I., Tyrakhanov A.S., Krasyuk A.M., Lugin I.V.

Features of metro ventilation systems

Summary. Tunnel ventilation of shallow undergrounds operating in regions with a sharply continental climate has its own characteristics. First of all, they include the seasonal nature of the ventilation. In shallow subways in sections of the line without sharp changes in elevation in warm and cold natural traction, calculations of tunnel ventilation in normal situations during train traffic should not be taken into account because of its low value compared to the piston action of trains and tunnel ventilation.

Key words: metro, fan, air, movement, dynamics, piston effect.

УДК 624.63-52:622.44

[1]B.A.Unaspekov, [1]T.I. Irgibayev, [1]A.Y.Tastanova,
[2]A.M. Krasyuk, [2]I.V. Lugin,
([1]Satbayev University, Almaty, Kazakhstan,
[2]Institute of Mining. N.A. Chekanala SB Russian Academy of Sciences, Russia
E-mail: unaspekov@yandex.kz)

METROPOLTEN VENTILATION NETVORK MODEL

Abstract. The research was carried out on a mathematical model of a generalized ventilation network of the underground of shallow laying. The analysis of the results of numerical studies showed that the change in the performance of fans at one of the stations of the metro line, bounded on both sides by dead ends, leads to a significant change in air flow.

Key words: network, underground, circuit, topology, air, resistance, air distribution, station.

[1]Б.А.Унаспеков, [1]Т.И. Иргибаев, [1]А.Е. Тастанова,
[2]А.М. Красюк, [2]И.В. Лугин
([1]Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
[2]Институт горного дела им. Н.В. Чинакала СО РАН, Россия**)**

МОДЕЛЬ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СЕТИ ЛИНИИ МЕТРОПОЛИТЕНА

Аннотация. Исследования проведены на математической модели обобщенной вентиляционной сети метрополитена мелкого заложения. Анализ результатов численных исследований показал, что изменение производительности вентиляторов на одной из станций линии метрополитена, ограниченной с двух сторон тупиками, ведет к существенному изменению расхода воздуха.

Ключевые слова: сеть, метрополитен, схема, топология, воздухораспределение, воздух, станция.

Для исследования вентиляционной сети конкретного участка линии метро необходимо иметь полные сведения о ее топологии и аэродинамическом сопротивлении участков. Основу топологической схемы сети тоннельной вентиляции метрополитена составляют станции и перегонные тоннели. Помимо путевых тоннелей с выходами на земную поверхность, путями движения воздуха являются вентиляционные сооружения и пешеходные пути. Для создания универсальной обобщенной расчетной схемы вентиляционной сети проведено исследование проектно-конструкторской документации архитектурно-строительной части действующих метрополитенов, включающей пути движения воздуха [1]. Выполнено натурное обследование вентиляционных сооружений станций и перегонов в Новосибирском метрополитене и станций мелкого заложения в Екатеринбургском метрополитене для проверки соответствия проектных решений существующим сооружениям. В ходе обследования уточнены следующие данные: геометрические размеры; топология; загроможденность пути следования воздуха стационарным оборудованием; параметры дверей на путях движения пассажиров (их количество в ряду, угол раскрытия); параметры и состояние вентиляционных решеток для входа-выхода воздуха в атмосферу; наличие утечек и перетечек воздуха. На основе полученных уточненных данных проведен расчет аэродинамических сопротивлений всех ветвей сети. При расчете аэродинамических сопротивлений движению воздуха по перегонным тоннелям с различными типами обделки использованы данные [2]. Сопротивление пешеходных тоннелей прямоугольной формы и воздушных трактов произвольной формы определены по данным [3, 2]. Местные сопротивления (сужения, расширения, повороты, разветвления и т.п.) рассчитаны с использованием [4, 5, 6, 2]. На путях движения воздуха в метрополитене существуют такие комбинации местных сопротивлений, для расчета которых пока не найдено аналитических формул. Значительное влияние на величину потерь в местных сопротивлениях оказывает возмущение потока воздуха другими элементами, если они расположены на небольшом удалении. Имеющиеся опытные данные недостаточны для учета взаимного влияния местных сопротивлений при различных комбинациях их расположения. Вследствие этого коэффициент местного сопротивления принимается без учета возможного взаимовлияния, хотя в некоторых случаях оно может быть существенным. В таких случаях в расчетах принято суммарное сопротивление последовательного ряда изолированных друг от друга местных сопротивлений.

Местные сопротивления из вида «безразмерный коэффициент местного сопротивления» приведены к виду «коэффициент аэродинамического сопротивления» с размерностью 1 $k\mu$ (киломюрг) = 9.81 Н•с^2/м^8, при параметрах тоннельного воздуха: температура 18 °С, атмосферное давление 101325 Па.

Вентиляционные сети разных метрополитенов имеют много общих параметров, обусловленных: размерами и обделкой тоннелей; типовыми конструкциями вентиляционных камер и эскалаторных тоннелей и т.п. Кроме общих параметров, вентиляционные сети конкретных метрополитенов отличаются присущими только им особенностями. Чаще всего это связано с особенностями строительной части некоторых станций, сооружаемых в условиях плотной городской застройки, глубиной заложения и топологией линии. Для исследования воздухораспределения разработана обобщенная вентиляционная сеть. Основным ее элементом является «перегон». Он включает в себя станцию с двумя полуперегонами, станционную венткамеру, пассажирские пути, перегонные тоннели, вентсбойки и перегонную венткамеру. Длина тоннелей между двумя станциями принята 1000 м. Вентиляционная сеть состоит из «перегонов», количеством которых определяется длина сети. При расчете аэродинамического сопротивления ветвей, входящих в основной элемент «перегон», использованы усредненные значения для соответствующих участков вентиляционной сети станций и тоннелей метрополитена мелкого заложения [7,8]. Эта модель вентиляционной сети (рис. 2.) может представлять линию с любым количеством станций. Линии метрополитенов могут

иметь крайние станции как с тупиками, так и с выходом на дневную поверхность. Наиболее часто встречается вариант, когда одна крайняя станция заканчивается подземным тупиком, а вторая - выходом на дневную поверхность (наземный или надземный участок, метромост, ветка в депо). Например, такая линия имеется в метрополитене Новосибирска, где ст. «Речной вокзал» имеет выход на метромост через р. Обь и находится на дневной поверхности. В метрополитене Екатеринбурга за ст. «Проспект космонавтов» тоннель длиной 900 м заканчивается порталом ветки в депо.

Использование обобщенной сетевой модели позволяет выявить общие закономерности воздухораспределения в протяженной сети. На рисунке 1. приведена схема линий метро, состоящая из 10 станций (ст.). Со стороны ст.
1 линия ограничена тупиком, а тоннели ст. 10 имеют выход на дневную поверхность. Далее по тексту такие станции будут называться тупиковыми и атмосферными.

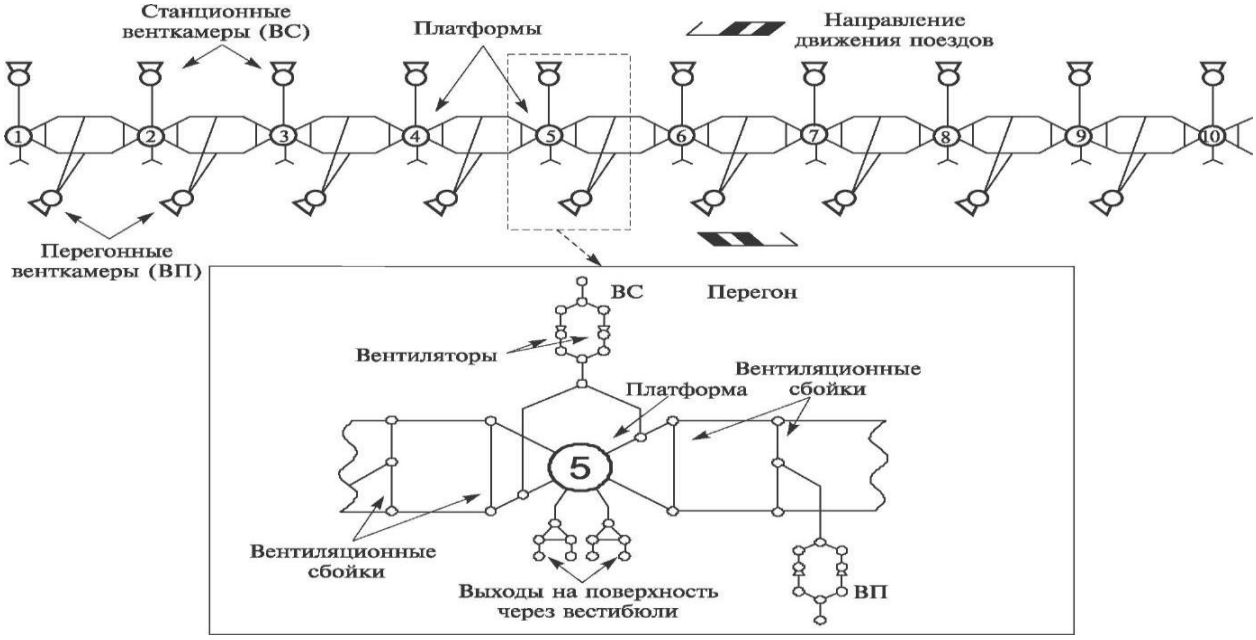


Рис. 1. Обобщенная расчетная схема вентиляционной системы линии метрополитена.
Узлы 1-10 - станции; выделен элемент «перегон».

Рассмотрим взаимосвязанность вентиляционных параметров станций линии метрополитена. Вентиляционная сеть метрополитена представляет собой связанную систему, в которой изменение параметров работы вентиляторов влияет на воздухораспределение в разных точках сети. Практика показала, что при попытке настроить режим работы вентилятора на одной из станций изменяется расход воздуха на всех станциях линии метрополитена. Поэтому для обоснования рациональных рабочих параметров тоннельных вентиляторов необходимо исследовать степень взаимосвязанности вентиляционных режимов станций линии метро [7]. Следует отметить, что в этом разделе рассмотрено взаимное влияние режимов работы вентиляторов без учета возмущений, вносимых поршневым действием поездов. Это в большей мере относится к ночному времени, когда поездов нет на линии или когда частота движения поездов низкая, до 6 пар/ч.

Исследования проведены на математической модели обобщенной вентиляционной сети метрополитена мелкого заложения. Для выявления общих закономерностей воздухораспределения моделировались вентиляционные сети линий метро, состоящие из 5-20 станций. Рассматривались линии, с обеих концов ограниченные тупиками, и линии, имеющие с одной стороны выход в атмосферу.

Рассмотрим вариант, в котором линия метро, ограниченная с обеих концов тупиками, содержит 20 станций (рисунок 2).

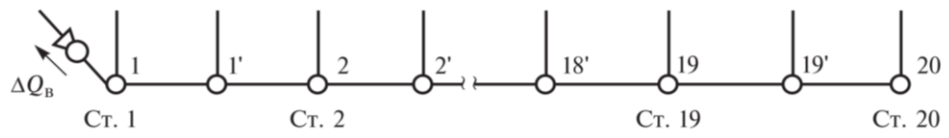


Рис. 2. Обобщенная расчетная схема вентиляционной системы линии метрополитена.

Вентиляторы во всех венткамерах, кроме одной - источника возмущений, выключены. У вентиляторов, расположенных в перегонных венткамерах, открыты шиберные аппараты. Изменение расхода в вентиляционной камере на станции - источнике возмущения осуществлялось в диапазоне 0-100 м^3/с.

Проследим изменение расхода воздуха DQ_1 на ст. 1, которое равно DQ_E - изменению подачи вентилятора. Согласно первому закону Кирхгофа,

$$\Delta Q_1 = q_{1cn} + q_{1\rightarrow}, \tag{1}$$

где q_{1cn} - изменение расхода воздуха через пешеходные пути ст. 1, м^3/с; $q_{1\rightarrow}$ - изменение расхода воздуха через тоннели, участок 1-1', м^3/с.

Пути, по которым воздух поступает на станции из атмосферы, представляют собой параллельные участки, состоящие из пешеходных путей на станциях и вентиляционных каналов на перегонах участка 1'-20. Это вполне справедливо, так как атмосферу можно считать одним общим узлом вентиляционной сети с давлением, равным атмосферному. Следовательно, распределение изменения расходов воздуха по этим участкам составит:

$$q_{1cn} = \frac{\Delta Q_1}{1+\sqrt{\dfrac{R_1}{R_{1\rightarrow}}}}; \; q_{1\rightarrow} = \frac{\Delta Q_1}{1+\sqrt{\dfrac{R_{1\rightarrow}}{R_1}}}, \tag{2}$$

где R_1 - сопротивление пешеходных путей на ст. 1, $k\mu$; $R_{1\rightarrow}$ - сопротивление оставшейся части сети, $k\mu$.

Из этих двух параллельных сопротивлений известным и одинаковым для всех станций принимается сопротивление пешеходных путей станции R_1 = =R_2 = Ri = ... = R_{20}. Сопротивление $R_{1\rightarrow}$ является сложным последовательно-параллельным сопротивлением оставшейся части сети, которое изменяется в зависимости от количества станций в этой части сети (рисунок 3).

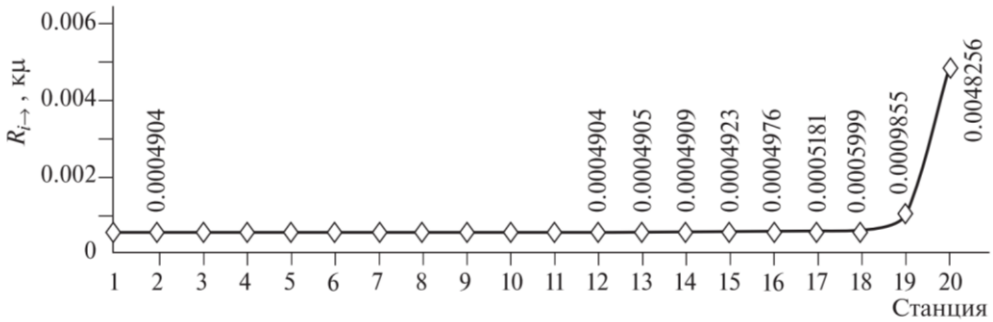


Рис. 3. Изменение аэродинамического сопротивления оставшейся части вентиляционной сети.

На рис. 3 видно, что сопротивление R остается практически постоянным (изменение менее 1 %) до тех пор, пока в оставшейся части сети содержится не менее 5 станций. При меньшем количестве

станций на этом участке его сопротивление резко увеличивается за счет сокращения числа параллельных выходов в атмосферу.

Далее изменение расхода воздуха q_i по тому же правилу делится на расходы q_i - изменение расхода через венткамеру 1' на перегоне 1-2 и q_y - изменение расхода через тоннели на участке 1'-2. Зная изменение расхода воздуха на вентиляторе любой станции и сопротивление сети, можно рассчитать изменение расхода на всех станциях.

Проведенные исследования позволили установить общие закономерности изменения расхода воздуха на пассажирских платформах станций одной линии метрополитена с тупиковыми станциями на концах от изменения производительности вентилятора в одной венткамере - источнике возмущений. Некоторые результаты численных экспериментов приведены на рисунке 4.

Анализ полученных зависимостей показывает, что при расчете вентиляционной системы станций следует рассматривать участок сети, включающий не менее 5 соседних станций по обе стороны от рассматриваемой. Это позволит учесть взаимное влияние режимов работы вентиляторов и обеспечить погрешность расчетов воздухораспределения в пределах 10 %.

Рассмотрим варианты воздухораспределения для линии из 10 станций, в которых все станционные вентиляторы линии метрополитена работают на вытяжку и имеют одинаковый угол установки лопаток рабочих колес и спрямляющих аппаратов. Производительность воздуха через каждую венткамеру составляет Q =56 м^3/с. Перегонные вентиляторы выключены, а их шиберные аппараты открыты. Для выявления закономерностей во взаимосвязности вентиляционных параметров будем форсировать режим в вентиляционной камере - источнике возмущения до значений Q = 137 м^3/с.

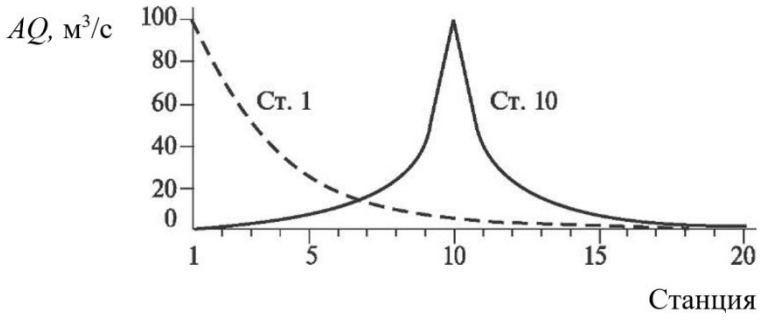


Рис. 4. Изменение расхода воздуха на платформах станций линии при увеличении производительности вентиляторов в венткамере - источнике возмущений на станциях 1 и 10.

Все численные эксперименты проведем для двух случаев: 1) линия ограничена с обеих концов тупиками; 2) линия с одного конца имеет выход тоннеля на поверхность земли.

На рис. 5 буквой *а* обозначены гистограммы, показывающие расход воздуха через станционные вентиляционные камеры, т.е. производительность вентиляторов. Гистограммы, отмеченные буквой б, показывают расход воздуха через платформенный зал станций для линии, ограниченной тупиками, а буквой *в* - через платформенный зал станций для линии, имеющей за 10-й станцией выход на поверхность. Темным цветом выделена доля расхода, поступающая на платформу из тоннелей, а светлым - через вестибюли и эскалаторные спуски.

На рисунке 5, А, *в* видно, что вентиляторы 5 станций, ближних к выходу тоннеля на поверхность, обеспечивают существенно больший расход воздуха на платформе, чем на других станциях. Причем большая часть воздуха приходит на станции из тоннелей, т.е. тоннели достаточно эффективно проветриваются за счет работы только станционных вентиляторов. Анализ рисунки 5, А, *в* позволяет сделать вывод о том, что настройка режимов работы вентиляторов (углов установки лопаток рабочего колеса) должна осуществляться с учетом их удаленности от выхода тоннелей на поверхность.

На рисунке 5, Б, *б* отражены изменения расходов воздуха на платформах при увеличении производительности вентиляторов на ст. 1 до 137 м^3/с. Видно, что изменения вентиляционного режима в камере ст. 1 оказывают существенное влияние, заметное на 5 ближайших станциях. Причем увеличение расходов воздуха на этих станциях осуществляется за счет тоннельного воздуха, который поступает через перегонные венткамеры.

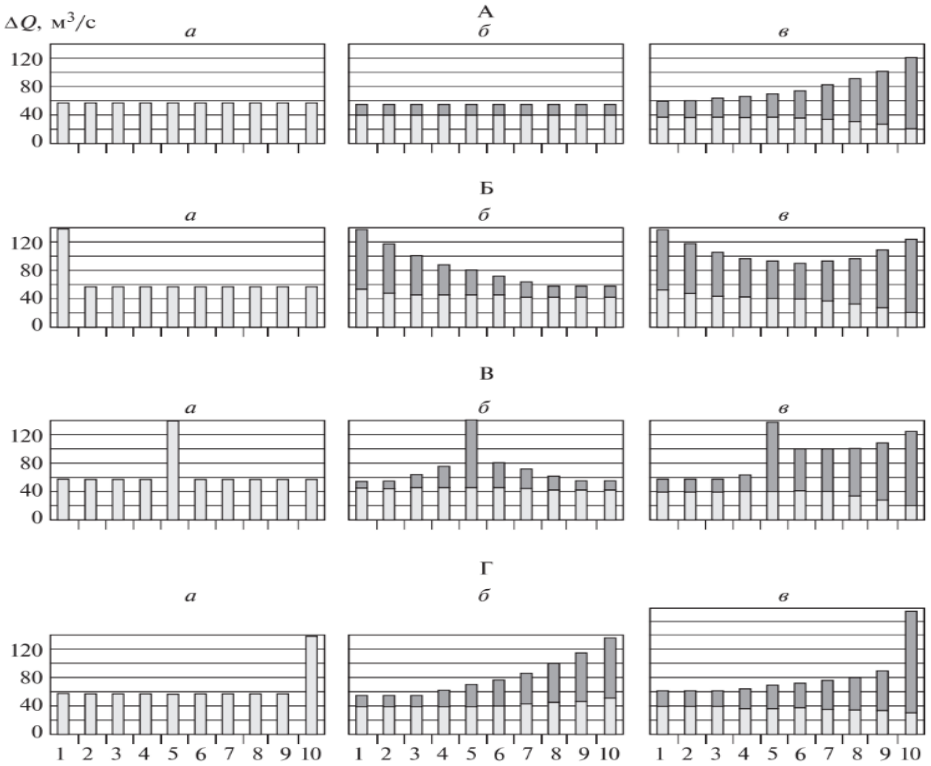


Рис.5. Изменение расхода воздуха на платформах станций в зависимости от расположения источника форсирования режима.

Еще большее существенное приращение расходов воздуха происходит на линии с выходом на поверхность (рисунок 5, Б, в). За счет низкого аэродинамического сопротивления тоннеля наблюдается значительное увеличение расхода воздуха как на станциях, близких к источнику возмущения, так и на станциях, близких к выходу тоннеля на поверхность. Аналогичные изменения расходов происходят при увеличении производительности вентиляторов на станциях 5 и 10 до 137 $м^3/с$ (рисунок 5, В и Г).

Анализ результатов численных исследований показал, что изменение производительности вентиляторов на одной из станций линии метрополитена, ограниченной с двух сторон тупиками, ведет к существенному изменению расхода воздуха на 5 соседних станциях линии. Для линии метро, имеющей выход на поверхность, изменение вентиляционного режима на одной станции распространяется на режим вентиляции всех станций, особенно в направлении выхода на поверхность.

Достоверность сделанных выводов для обобщенной модели подтверждалась на математической модели реального участка вентиляционной сети Новосибирского метрополитена с последующей проверкой в натурных условиях. Программа численных экспериментов предусматривала установление зависимостей расхода воздуха на пассажирских платформах станций Ленинской линии (рисунок 6) от изменения производительности вентиляторов в одной из трех характерных станционных вентиляционных камер - источников возмущений: ст. «Заельцовская» - тупиковая; ст. «Площадь Ленина» - на середине линии; ст. «Речной вокзал» - ближайшая к выходу в атмосферу (метро - мосту).

При проведении численных экспериментов принято, что в станционных вентиляционных камерах работают на вытяжку по одному вентилятору, перегонные вентиляторы выключены, их шиберные аппараты открыты. Такая схема включения вентиляции для штатного проветривания соответствует принятой к эксплуатации в Новосибирском метрополитене на момент

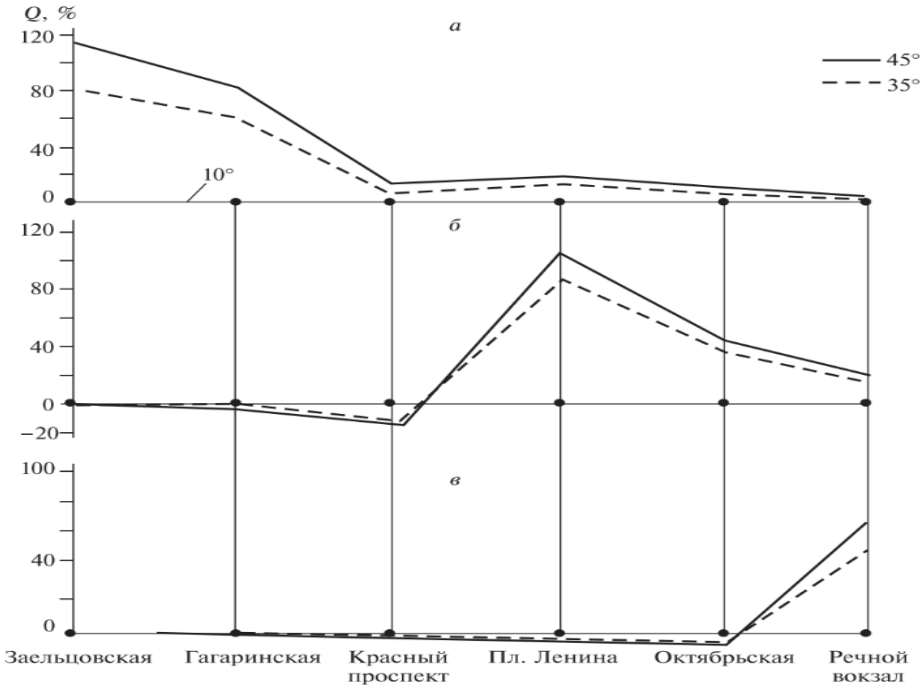


Рис.6. Изменение расхода воздуха на пассажирских платформах станций Ленинской линии при изменении угла установки лопаток рабочего колеса вентилятора от 15 до 45° в вентиляционных камерах.
а - ст. «Заельцовская»; б - ст. «Площадь Ленина»; в - ст. «Речной вокзал»

проведения эксперимента. Построенные по результатам численных экспериментов графики изменения расходов воздуха приведены на рисунке 6. Исследования показали, что максимальное влияние на вентиляционный режим соседних станций оказывает влияние изменение производительности вентиляторов на тупиковой станции. Чем ближе источник возмущений к выходу тоннеля в атмосферу (в данном случае к метромосту), тем меньше его влияние на вентиляционный режим линии.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Красюк А.М. Тоннельная вентиляция метрополитенов/ А.М. Красюк. -Новосибирск: Наука, 2006. 145 с.

[2]. Цодиков В.Я. Вентиляция и теплоснабжение метрополитена/ Цодиков В.Я. Изд.2-е перераб. и доп. -М.:Недра,1975.-568с.

[3]. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям/ И.Е. Идельчик, под ред. М.О. Штейнберга. -3 изд. перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1992. -672с.

[4]. Долинский Е.А. О расчетном определении коэффициента аэродинамического сопротивления горных выработок/Е.А. Долинский, Р.С. Кирин//Изв. вузов. Горн. журнал. -1990. №6. -С.53-57.

[5]. Красюк А.М. Об эффекте возникновения циркуляционных колец и их влияния на воздухораспределение в метрополитене мелкого заложения/А.М. Красюк, И.В. Лугин, А.Ю. Пьянкова//ФТПРПИ. -2015. -№1.-С.122-128.

[6]. Рудничная вентиляция: справочник/Н.Ф. Гращенков, А.Э. Петросян. 2-е изд. перераб. и доп. -Недра, 1988. -440с.

[7]. Красюк А.М. Взаимное влияние режимов вентиляции станций линий метрополитена/А.М. Красюк, И.В. Лугин, А.Н. Чигишев//Метро и тоннели. 2002. №2. -С.158-165.

[8]. Лугин И.В. Взаимосвязанность режимов вентиляции станций метрополитена/И.В. Лугин, А.М. Красюк//ГИАБ. -М. Изд-во МГТУ. 2003.
-С.199-202.

Unaspekov B.A., Irgibayev T.I., Tastanova A.Y., Krasyuk A.M., Lugin I.V.

Metropolten ventilation netvork model

Summary. A full-scale survey of the ventilation structures of stations and hauls in the subway was performed. The studies conducted allowed us to establish general patterns of changes in air flow on passenger platforms of stations of the same metro line with dead-end stations at the ends of changes in fan performance. An analysis of the results of numerical studies showed that a change in fan performance at one of the metro line stations, bounded on both sides by dead ends, leads to a significant change in air flow.

Keywords: network, metro, scheme, topology, air distribution, air, station.

Унаспеков Б.А., Иргибаев Т.И., Тастанова А.Е., Красюк А.М., Лугин И.В.

Метрополитен желісінің желдету жүйесінің моделі

Түіндеме.Метрополитендегі станциялар мен аралықтардың желдету құрылыстарына нақты зерттеу жүргізілді. Жүргізілген зерттеулер желдеткіш өнімділігінің өзгеруінен ұшындағы тұйық станциялары бар метрополитеннің бір желісінің жолаушылар платформаларында ауа шығынының өзгеруінің жалпы заңдылықтарын белгілеуге мүмкіндік берді. Сандық зерттеулердің нәтижелерін талдау көрсеткендей, екі жағынан тұйықтармен шектелген метрополитен желісінің станцияларының бірінде желдеткіштердің өнімділігінің өзгеруі ауа шығынының айтарлықтай өзгеруіне әкеледі.

Түйінді сөздер: желі, метрополитен, схема, топология, ауа тарату, ауа, станция.

УДК 693.547:624.131

K.K. Alimova, S.Y. Srazhadinova
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: shaxarb@mail.ru)

MODERN SOLUTIONS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF BUILDING HEATING SYSTEMS

Abstract. This article identifies and discloses the problems of energy efficiency of buildings, substantiates promising areas for increasing the thermal efficiency of buildings on the basis of a feasibility study of investments in energy-saving measures.

Key words: district heating systems, thermal efficiency of the building, outdoor climate, temperature.

К. К. Алимова, Ш.Е. Сражадинова
(Satbayev University, Алматы, Республика Казахстан)

СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЙ

Аннотация. В данной статье выявлены и раскрыты проблемы энергоэффективности зданий, обоснованы перспективные направления повышения тепловой эффективности зданий на основе технико- экономической оценки инвестиции в энергосберегающие мероприятия.

Ключевые слова: системы централицованного теплоснабжения, тепловая эффективность здания, наружный климат, температура.

Введение. Эффективность функционирования систем централизованного теплоснабжения во многом зависит от режимов работы тепловых сетей и систем теплопотребления. Можно выделить три этапа развития понятия «энергосбережение» в строительной отрасли. После первого энергетического кризиса в конце 1973 года термин «энергосбережение» означал поиски простейших путей снижения расхода энергии на теплоснабжение и акклиматизацию зданий. В начале 1990-х годов этот термин подразумевал выбор таких энергосберегающих технологий, которые одновременно способствовали повышению качества микроклимата в помещениях. В настоящее время термин «энергосбережение» связан с понятием «sustaionable building», то есть со строительством таких зданий, которые обеспечивают высокое качество среды обитания людей, экологическую безопасность, сохранение естественной окружающей среды, оптимальное потребление возобновляемых источников энергии и возможность повторного использования строительных материалов и водных ресурсов. Поэтому задача оптимизации режимов, проведения наладки и регулирования тепловых и гидравлических режимов в сложных системах крупных городов является весьма актуальной.

Понятие «тепловая эффективность здания» включает в себя следующие факторы:

- нормативные требования к теплозащитным свойствам наружных ограждающих конструкций и решениям системы климатизации;
- проектные решения архитектурно-строительной части здания, системы отопления, вентиляции и их автоматизацию;

• уровень технической эксплуатации здания теплоснабжения.

Таким образом, тепловая эффективность здания определяется комплексом архитектурных, конструктивно-планировочных и инженерных решений, обеспечивающих нормируемый тепловой и воздушный режим в помещениях при определенных затратах тепловой энергии.

Проблема строительства зданий с высокой тепловой эффективностью может быть решена при условии их экономической привлекательности для инвесторов. Заинтересованность в дополнительных инвестициях в энергосберегающие мероприятия будет у инвестора лишь в том случае, если с достаточной уверенностью ему может быть гарантирован возврат этих инвестиций через небольшой промежуток времени (то есть низкий срок окупаемости этих инвестиций) и достаточно привлекательный чистый доход за счет экономии энергии.

Ряд параметров, содержащихся в методике расчетов, нуждаются в творческом подходе и обосновании. К таким параметрам относятся: стоимость тепловой энергии на перспективу, расчетная величина дисконта, срок службы энергоэффективного оборудования и др. Строительство зданий с высокой тепловой эффективностью и внедрение энергосберегающих технологий предполагают освоение долгосрочных инвестиций с горизонтами в несколько десятков лет. Принимать же решения по факторам энергосбережения приходится в текущий момент. Очевидно, что ориентировка на текущие (возможно, заниженные) цены на энергию ведет к практически непоправимым стратегическим ошибкам: многие энергосберегающие мероприятия окажутся неоправданными и в силу в несколько раз заниженных цен на энергию, и по причине высоких норм дисконта (прежде всего из-за высокой инфляции). По этим соображениям в расчетах следует принимать прогнозные показатели и на энергетические тарифы (отвечающие соответствующим мировым ценам), и на цены инвестиционного оборудования, и на реальную в будущем процентную ставку Центробанка.

Следует отметить то обстоятельство, что современные технические решения, обеспечивающие экономию энергоресурсов, зачастую одновременно способствуют повышению качества микроклимата (качества среды обитания человека), т. е. повышению потребительских качеств здания, и т. д. В связи с этим при принятии окончательного решения об использование тех или иных энергосберегающих мероприятий в здании, наряду с оценкой экономической эффективности, могут учитываться и другие соображения количественного и качественного характера.

Рассмотрены следующие направления повышения тепловой эффективности зданий:

• Переход от центральных тепловых пунктов (ЦТП) к индивидуальным тепловым пунктам (ИТП);

• Использование периодического («прерывистого») отопления;

• Регулирование расхода тепловой энергии на отдельном отопительном приборе и пофасадное регулирование;

• Использование механических, естественных или гибридных регулируемых систем вентиляции;

• Оптимальный учет влияния наружного климата.

Как было отмечено выше, повышение тепловой эффективности зданий должно основываться на системном анализе здания как единой энергетической системы, а простое «суммирование» независимых инновационных решений нарушает принципы системности и может привести к потере тепловой эффективности проекта, из чего следует, что существенная экономия энергоресурсов может быть достигнута только при внедрении комплекса энергосберегающих мероприятий. В данном случае, например, при устройстве регулируемой вентиляции экономия может быть достигнута лишь при одновременном использовании и регулируемого отопления - при снижении теплопотерь за счет вентиляционного воздухообмена необходимо соответственно уменьшить теплоотдачу отопительных приборов во избежание перегрева помещений и т.д.

Существенная экономия тепловой энергии, расходуемой на климатизацию здания, при сравнительно небольших капитальных затратах обеспечивается применением автоматического регулирования ее подачи, что при установлении оптимального режима работы экономия тепловой энергии может составить 20% и более годового потребления на отопление без нарушения теплового режима в зданиях.

В нашей стране, в крупных городах, теплоснабжение жилых микрорайонов и промышленных объектов осуществляется посредством централизованных систем на базе теплофикации. Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии остается наиболее эффективным методом использования топлива для целей отопления и горячего водоснабжения с наименьшими экологическими последствиями.

В настоящее время существуют альтернативные способы теплоснабжения. Это, например, теплоснабжение от групповых или автономных (пристроенных или крышных) газовых котельных, а также от квартирных котлов с закрытой топкой. Эти способы отличаются достаточно низкими капитальными затратами из-за отсутствия протяженных сетей теплоснабжения и относительно низкой стоимости топлива. Однако, с учетом возрастания в 2-2,5 раза стоимости электроэнергии при ее выработке по конденсационному циклу, при сосредоточенной тепловой нагрузке указанные варианты становятся неконкурентоспособными. Сооружение котельной может быть признано целесообразным на отдельных удаленных участках застройки, при этом оно должно быть сопоставлено со строительством мини-ТЭЦ, использующих компактные газотурбинные установки или газопоршневые двигатели для одновременной выработки тепловой и электрической энергии.

Среди задач управления системами отопления значительное место занимают задачи так называемого прерывистого режима отопления. Для большинства современных зданий (административных зданий, школ, жилых зданий, театров, кинотеатров, ряда производственных зданий и т. д.) допускается понижение температуры внутреннего воздуха ниже нормального значения в течение части суток, в выходные и праздничные дни с целью экономии энергии, затрачиваемой на их теплоснабжение. К началу использования помещения в соответствии с его технологическим назначением температурный режим в нем должен соответствовать нормативным показателям. Такой режим отопления, когда температура внутреннего воздуха понижается на некоторый период времени ниже нормативного значения, называется «прерывистым». Подобная ситуация может иметь место также при авариях, когда прекращается подача тепла в помещение.

Проф. Ю. А. Табунщиков в работе показал, что колебания тепловыделений и связанные с ними колебания температуры внутреннего воздуха на общем расходе тепла не сказываются; он зависит от средней за период температуры внутреннего воздуха. Если при прерывистой теплоподаче значение среднесуточной температуры внутреннего воздуха равно нормативному ее значению, то общий расход тепла остается таким же, как при непрерывной теплоподаче, и экономия энергии не обеспечивается. Подобное положение имеет место при печном отоплении. Для обеспечения экономии энергии необходимо понизить среднесуточное значение температуры внутреннего воздуха, т.е. в течение части зимнего периода она должна быть равна нормативному значению и быть ниже в остальную часть периода. Для большинства современных зданий (административных зданий, школ, жилых зданий, театров, кинотеатров, ряда производственных зданий и т.д.) понижение температуры внутреннего воздуха ниже нормативного значения допускается в течение часто суток.

Одним из критериев возможной длительности перерыва в теплоподаче и связанным с ней понижением температуры внутреннего воздуха является требование о невыпадении конденсата на внутренних поверхностях стен и покрытия. При понижении температуры внутреннего воздуха, если не меняется его влагосодержание, точка росы остается постоянной.

В практике эксплуатации жилых зданий прерывистая теплоподача имеет место при электротеплоснабжении зданий. Периодичность теплоснабжения здесь обусловлена использованием внепиковой электроэнергии. Метод этот сводится к подключению электроотопительных приборов и установок и к накапливанию в них тепла исключительно в часы ночных провалов графика нагрузки энергосистемы (аккумуляционное отопление) или во внепиковые периоды (полуаккумуляционное отопление). Тепло, запасенное в отдельных приборах, центральных установках или непосредственно в конструкциях зданий, расходуется в помещении для нужд обогрева по мере надобности.

Решение данной задачи было получено Ю. А. Табунщиковым и опубликовано в работах. Задача была решена методом Л. С. Понтрягина при традиционных упрощающих допущениях, относящихся к тепловому балансу помещения.

В результате было получено следующее решение: минимизация затрат энергии на разогрев помещения достигается в том случае, если время перехода от начальной температуры помещения до требуемой конечной температуры помещения минимально (прием «максимального быстродействия»).

Для того чтобы реализовать это условие для конкретного помещения, необходимо дополнительно рассмотреть составляющее теплового баланса и оценить теплоаккумуляционные показатели.

Данный эксперимент был проведен в климатической камере исследовательского центра бельгийской фирмы «Jaga OV», которая отвечает перечисленным выше требованиям.

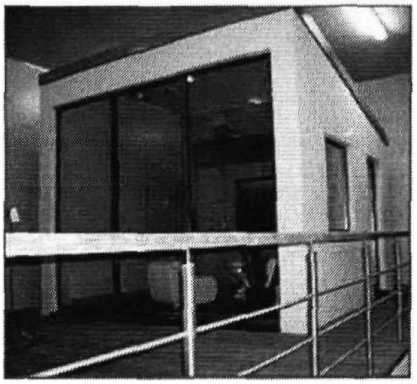


Рис. 1. Общий вид климатической камеры исследовательского центра фирмы «Jaga OV»

В качестве теплоносителя используется горячая вода, приготовленная посредством газового водонагревателя, расположенного в соседнем с климатической камерой помещении. Поскольку теплоноситель на отопительные приборы подается от одного и того же источника теплоснабжения, обеспечивается постоянство температуры для обоих отопительных приборов.

Температура прямой и обратной воды, а также «мгновенный» расход воды в каждом отопительном приборе контролируются соответствующими датчиками. По температуре прямой и обратной воды и расходу теплоносителя вычисляется расход энергии на разогрев помещения.

Рассмотрение показывает, что установка DBE на отопительном приборе обеспечивает экономию энергии, затрачиваемой на разогрев помещ ения, при разогреве помещения от 0 до 22 °С, равную 42,5 %, и сокращение времени разогрева с 4 часов 33 минут до 1 часа 54 минут. Экспериментальные исследования по проверке результатов решения задачи оптимального управления разогревом помещения и положений о том, что разогрев помещений должен производиться с использованием максимальной мощности отопительного оборудования и разогрев помещений необходимо начинать с разогрева наиболее теплоемких частей помещения, представлены в табл. 1 и показали, что экономия энергии, затрачиваемой на разогрев помещения при увеличении мощности отопительного оборудования и при организации разогрева в первую очередь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций, может достигать 72,7 %.

Таблица 1 **Сопоставление затрат тепловой энергии и времени на разогрев помещений при расположении отопительного прибора в средней части помещения без установки системы DBE и расположении отопительного прибора у внутренней поверхности наружного ограждения с установкой системы DBE на отопительном приборе**

Отопительный прибор	Тепловая мощность отопительного прибора,кВт	Изменение температуры помещения, 0 С	Затраты энергии на разогрев помещения,кПж	Затрать, энергии,%	Время на разогрев помещения, ч : мин	Уменьшение времени,%
без DBE	1,5	от О до 9	20 460	100	3:41	100
cDBE	7,8	от О до 9	5 595	27,3	0:12	5,4

Проведенные экспериментальные исследования выявили существенно высокие величины экономии энергии (более 50 %) при оптимальном управлении ее расходом в соответствии с рекомендациями первого и второго положений, вытекающих из решения задачи. Тем не менее, несмотря на впечатляющие значения величин экономии энергии, полученные в экспериментальных исследованиях, они могут быть еще значительнее, если в каждом конкретном случае более детально рассматривать задачу об оптимальном распределении потоков энергии в помещении.

Результаты решения задачи об оптимальном управлении расходом энергии могут явиться основой для разработки новых систем отопления или охлаждения, обладающих высокими энергосберегающими показателями.

Проведенные эксперименты подтвердили, что максимальный эффект от внедрения энергосберегающих мероприятий может быть доститоут только в случае их массового применения, причем при высоких значениях стоимости тепловой энергии этот эффект более выражен.

Заключение. Сравнение инвестиций в средства энергосбережения зданий с другими способами использования денежных средств инвестора показало, что при норме дисконта, равной 10%, в случае дисконтирования поступающих промежуточных доходов инвестиции в средства энергосбережения будут менее предпочтительны, чем «портфельные» инвестиции, даже при минимальной стоимости тепловой энергии. В случае наращения поступающих промежуточных доходов привлекательность для инвестора инвестиций в средства энергосбережения увеличивается.

При снижении нормы дисконта до 5%, что возможно при малой годовой инфляции (2-3%), инвестиции в энергосберегающие мероприятия становятся целесообразными уже при относительно невысоких значениях стоимости тепловой энергии.

ЛИТЕРАТУРА

[1] СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий // Госстрой России - М.:ФГУП ЦПП, 2004.-26с.

[2] Блази В. Справочник проектировщика. Строительная физика. Москва: Техносфера, 2004.14 с.

[3] СНиП 2.04.05-91*. Отопление, вентиляция и кондиционирование // Госстрой России - М.:ФГУПЦПП, 1997.-12с.

[4] Бродач М. М. VIIKKI - новый взгляд на энергосбережение.// АВОК. - 2002. -№ 6. -С. 14-20.

[5] Васильев Г. П. Энергоэффективный экспериментальный жилой дом в микрорайоне Никулино-2. // АВОК. - 2002. - № 4. - С. 10-18.

[6] Хайт // Жилищное строительство. – 2004. – № 10. – с. 74-78

[7] Васильев Г. П., Шилкин Н. В. Использование низкопотенциальной тепловой энергии земли в теплонасосных системах.// АВОК. - 2003. -№ 2. - с. 52-60.

[8] Энергоэффективные дома (Электронный ресурс) URL: http://echodom.tripod.com/site/energy.html (Дата обращения 11.05.2016).

[9] Энергоэффективные и комфортные дома Дании (Электронный ресурс) URL: http://portal-nergo.ru/articles/details/id/823 (Дата обращения 02.06.2016).

[10] Иванов Г. С. Методика оптимизации уровня теплозащиты зданий. // Окна и двери. -2001. -№1-2. -С. 5-8.

[11] Руководство АВОК-8-2005. Руководство по расчету теплопотребления эксплуатируемых жилых зданий. - М.: АВОК-ПРЕСС, 2005.

[12] Руководство АВОК-8-2007. Руководство по расчету теплопотребления эксплуатируемых жилых зданий. - М.: АВОК- ПРЕСС, 2007.

[13] Табунщиков Ю. А. Потребительские качества здания. //АВОК. - 2004. -№ 4. -С. 6-10.

[14] Табунщиков Ю. А. Расчеты температурного режима помещения и требуемой мощности для его отопления или охлаждения. - М.: Стройиздат, 1981.

[15] Табунщиков Ю. А. Строительные концепции зданий XXI века в области теплоснабжения и климатизации. // АВОК. - 2005. -№ 4. - С. 4.

[16] Табунщиков Ю. А. Энергосбережение - дефицит знаний и мотиваций.// АВОК. - 2004. -№ 5. - С. 6-7.

Алимова К. К., Сражадинова Ш.Е.

Ғимараттың жылыту жүйесінің жұмысының тиімділігін арттыруға бағытталған заманауи шешімдер

Аңдатпа. Бұл мақала ғимараттардың энергия тиімділігі мәселелерін анықтайды және ашады, энергия үнемдеу шараларына инвестициялардың техникалық-экономикалық негіздемесі негізінде ғимараттардың жылу тиімділігін арттырудың перспективті бағыттарын негіздейді.

Түйінді сөздер: орталықтандырылған жылу жүйелері, ғимараттың жылу тиімділігі, сыртқы климат, температура.

УДК 693.547:624.131

K.K. Alimova, A.K. Osserbay
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: aliya.userbay@mail.ru)

MULTI SPLIT-CONDITIONERS AND THEIR FEATURES IN OPERATION

Abstract. Currently, split-system air conditioners are widely used. It is about them that will be discussed in the presented article. The main nodes and their purpose are described in detail in the text of the article. The processes that accompany these modes are described in detail in the article. At the end, you will familiarize yourself with the wi-fi modem for controlling the air conditioning of a split system and find out its possible functions.

Key words: split-system air conditioners, wall, floor-ceiling, duct, cassette, cooling, heating, control panel.

К. К. Алимова, Ә.К. Өсербай
(Satbayev University, Алматы, Республика Казахстан)

МУЛЬТИ СПЛИТ-КОНДИЦИОНЕРЫ И ИХ ОСОБЕННОСТИ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Аннотация. В настоящее время широкое распространение получили кондиционеры сплит-систем. Именно о них пойдет речь в представленной статье. О главных узлах и их назначении подробно описано в тексте статьи. О процессах, которые сопровождают эти режимы, подробно описано в статье. В завершении Вы ознакомитесь с wi-fi модемом для управления кондиционером сплит-системы и узнаете его возможные функции.

Ключевые слова: кондиционеры сплит-систем, настенные, напольно-потолочные, канальные, кассетные, охлаждение, нагрев, пульт управления.

Введение. В современном мире мы повсюду встречаемся с плодами технического прогресса, одним из которых являются кондиционеры сплит-системы. В зависимости от сферы их применения, кондиционеры бывают бытовые, полупромышленные и промышленные. Их основная задача - это обеспечение комфорта жизнедеятельности человека.

Давайте сначала рассмотрим историю кондиционирования. Слово «кондиционер» появилось еще в 1815 г., француз Жан Шабаннес получил британский патент на метод «кондиционирования воздуха и регулирования температуры в жилищах и других зданиях».

Первый кондиционер появился в 1902 г. в США, в Нью-Йорке, в помещении Бруклинской типографии. Он предназначался не для создания приятной прохлады работникам, а для борьбы с влажностью.

В 1929 г. была создана сплит-система как комнатный кондиционер. Так как в качестве хладагента в этой установке использовался аммиак, пары которого опасны для здоровья человека, компрессор и конденсатор были вынесены на улицу. И все же начиная с 1931 г., когда был изобретен безопасный для человеческого организма хладагент -фреон, конструкторы собрали все узлы и агрегаты в одном корпусе и назвали эту конструкцию оконным кондиционером.

С 1961 г. компания «Toshiba» начинает массовый выпуск сплит-систем - кондиционеров, разделенных на два блока.

В 1969 г. Daikin создает устройство, в котором один внешний блок обслуживает несколько внутренних, т.е. мульти сплит-систему. Внутренние блоки, находящиеся внутри помещения, бывают различных типов: настенные, подпотолочные, напольные и встраиваемые в подвесной потолок - кассетные и канальные.

В 1981 г. компания «Toshiba» выпускает первую сплит-систему, способную плавно регулировать мощность, кондиционер инверторного типа. В 1998 г. инверторы заняли 95 % японского рынка.

Все современные кондиционеры сплит-систем можно разделить на четыре основные группы, которые различаются между собой по своему внешнему виду и потребляемой мощности.

Рис. 1. Виды кондиционеров

Тип 1: настенные кондиционеры - один из самых распространенных видов сплит-ситемы. Сплит-системы настенного типа - состоят из наружного и внутреннего блоков. Применяются в жилых и офисных помещениях площадью от 15 до 160 м2. Мощность их ограничена 2-7 кВт. Мультисплит - системы настенного типа - от 2 до 4,5 внутренних блоков настенного типа мощностью 2-5 кВт.

Тип 2: кассетные кондиционеры предназначены для больших помещений и монтируются в подвесной потолок. Воздухораспределение у таких кондиционеров идет сразу в четырех направлениях. Данные системы имеют мощность от 2,5 до 15 кВт.

Тип 3: Сплит-системы напольно-потолочного типа используются, где нет подшивного потолка, в помещениях с большой площадью остекления. Распределение воздуха равномерное - сразу по четырем направлениям. Мощность от 3 до 13 кВт. Сплит-системы колонного типа, используют в помещениях большого объема, где нельзя располагать блоки на стенах или на потолке (театры, холлы гостиниц, рестораны и т.д.). Имеют большую холодопроизводительность - от 6 до 18 кВт.

Тип 4: Сплит-системы канального типа устанавливаются при наличии фальш-потолка. Внутренний блок монтируется в подвесной потолок или устанавливается в подсобном помещении . Такие кондиционеры могут обслуживать сразу несколько помещений. Данный тип имеет большой диапазон мощностей и в связи с этим подразделяется на три подгруппы:

• Низконапорные - мощностью от 2,4 до 6 кВт

• Средненапорные - мощностью от 3,4 до 13,4 кВт

• Высоконапорные - мощностью от 12 до 25кВт

Мультизональные сплит-системы устанавливаются в помещениях площадью более 600 м2. Состоят из одного или нескольких наружных блоков и нескольких внутренних. Внутренние блоки могут быть любого типа, любой мощности. Обычно это кондиционеры большой мощности, обслуживающие целые здания и комплексы, холодопроизводительностью до 1500 кВт.

Все типы кондиционеров сплит-систем имеют одинаковый принцип внутреннего строения внешнего и внутреннего блоков Внешний блок располагают вне кондиционируемого помещения. Основные элементы внешнего блока:

• Компрессор - это устройство для сжатия фреона и поддержания его движения по холодильному контору.

• Четырехходовой клапан, который используется в реверсивных кондиционерах, нацелен на изменение движения фреона.

• Вентилятор - это устройство для создания потока воздуха, обдувающего конденсатор.

• Конденсатор - теплообменник, в котором происходит охлаждение и конденсация фреона.

• Фильтр фреоновой системы - устанавливается перед входом компрессора и защищает его от мелких частиц, которые могут попасть в систему при монтаже кондиционера.

Внутренний блок располагают в зависимости от типа кондиционера, то есть на потолке, полу, стене или он может быть встроен в подвесной потолок. Основные элементы внутреннего блока:

• Передняя панель - это пластиковая решетка, через которую во внутрь блока поступает воздух.

• Фильтр глубокой очистки - это пластиковая сетка, предназначенная для задержки крупной пыли, шерсти и т.п.

• Испаритель - теплообменниу, в котором происходит нагрев холодного фреона и его испарение.

• Горизонтальные жалюзи - регулируют направление воздушного потока по вертикали. Вентилятор, имеющий несколько скоростей вращения.

• Вертикальные жалюзи, которые регулируют направление потока по горизонтали.

Блоки кондиционера соединены между собой с помощью фреонопроводов и сигнальных кабелей. Кондиционеры сплит-систем предназначены для работы в режиме охлаждения или нагрева помещения. Кондиционер - это холодильная машина, предназначенная для температурной обработки воздушного потока. В основе работы любого кондиционера лежит свойство жидкостей поглощать тепло при испарении и выделять его при конденсации.

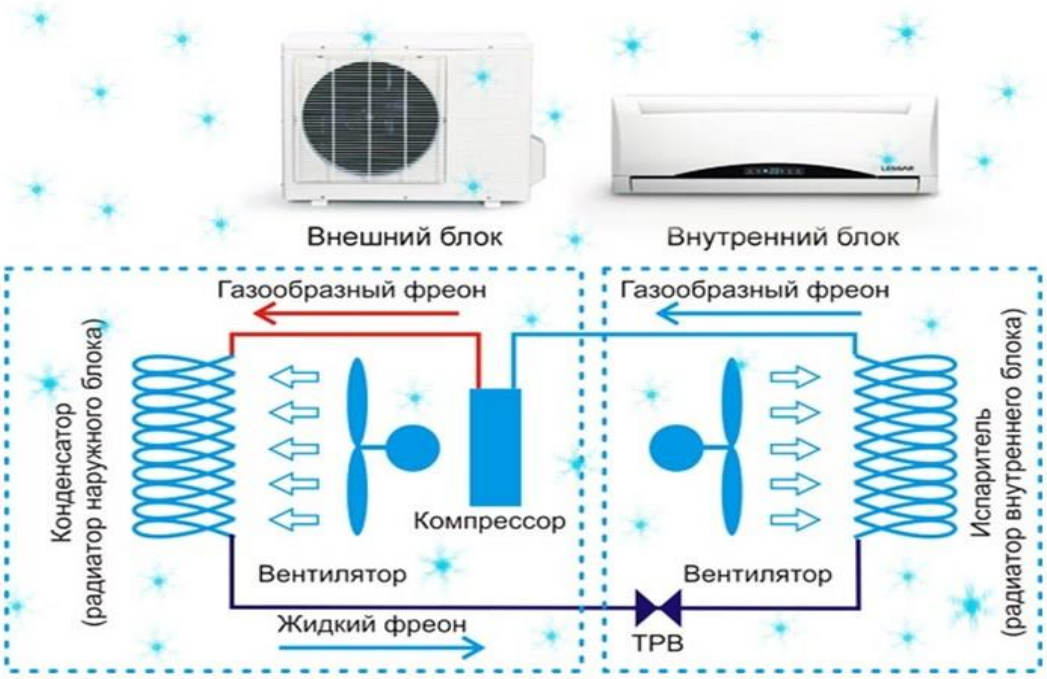


Рис. 2. Принципиальная схема бытового кондиционера, работающего в режиме охлаждения и обогрева.

На рис. 2 представлена схема работы конденсатора в режиме охлаждения и обогрева помещения. Холодильный контур данной машины состоит из компрессора, конденсатора, терморегулирующего вентиля (ТРВ) и испарителя. При работе кондиционера происходят следующие процессы:

1) Тепло из воздуха комнаты поглощается хладагентом через теплообменник внутри помещения. При этом теплообменник внутри помещения – это «испаритель». При испарении фреона внутри «испарителя», т.е. при переходе хладагента из жидкого состояния в газообразное поглощается энергия (тепло) из помещения.

2) Хладагент с помощью компрессора перекачивается под давлением в другой теплообменник (на улицу). При этом теплообменник на улице –это «конденсатор». Под давлением газообразный фреон переходит из газообразного состояния в жидкое, выделяя при этом то тепло (ту энергия) которую он поглотил из помещения.

3) Тепло, аккумулированное хладагентом, сбрасывается вентилятором в воздух улицы.

Где ТРВ — Терморегулирующий вентиль. ТРВ (терморегулирующий вентиль) - понижает давление фреона перед испарителем. Следовательно, в каждый момент времени он должен подавать в испаритель только такое количество хладагента, которое, с учетом текущих условий работы, может полностью испариться. При этом хладагент, до того как покинуть испаритель в состоянии пара, будет иметь температуру, на несколько градусов выше температуры испарения, соответствующей значению давления, которое показывает манометр всасывания, что позволит уверенно говорить об отсутствии жидкого хладагента в потоке, покидающем испаритель (чтобы избежать гидроудара в компрессоре).

В бытовых кондиционерах ТРВ часто выполняется в виде капилляра (длинной тонкой медной трубки, свитой в спираль). В результате прохождения через капилляр давление фреона понижается до 3 — 5 атмосфер и фреон остывает, часть фреона может при этом испариться.

Зимой испаритель и конденсатор меняются местами при помощи четырехходового клапана (вентиля). Четырехходовой клапан устанавливается в реверсивных (тепло — холод) кондиционерах. В режиме обогрева этот клапан изменяет направление движения фреона. При этом внутренний и наружный блок как бы меняются местами: внутренний блок работает на обогрев, а наружный — на охлаждение.

Кроме основных режимов - охлаждения и обогрева - большинство современных кондиционеров имеют также режимы осушения, вентиляции и автоматический режим работы.

Все кондиционеры сплит-систем управляются с помощью пульта управления. Для каждого устройства свой индивидуальный пульт, но принцип его работы одинаков для всех видов кондиционеров. Пульт управления бывает нескольких видов: дистанционного управления (ДУ), встраиваемый и проводной. С помощью пульта управления можно менять режим работы кондиционера, задавать требуемые функции.

Современные кондиционеры сплит-системы могут управляться с помощью мобильного телефона и через Интернет.

Компанией **LG** разработано **Wi-Fi МОДЕМ** PWFMDD200. Владелец этой системы уже может по дороге с работы домой задать нужный режим работы кондиционера, чтоб по приходу домой в квартире устанавливалась нужная температура.

Рис. 3. LG Wi-Fi МОДЕМ PWFMDD200

Особенности и преимущества
• Управление кондиционером в любое время и из любого места где есть Wi-Fi.
Возможность проверить выключен ли кондиционер когда пользователь отсутствует (энергосберегающий режим), и заблаговременное включение кондиционера перед входом в помещение (повышенный комфорт).
• Доступно мобильное приложение LG для управления бытовой техникой (SmartThinQ)
• Простое управление для различных функций
- Вкл/выкл
- Режим работы
- Текущая / установленная температура
- Скорость вентилятора
- Регулировка жалюзи
- Резервирование (Таймер сна, Влючение / Выключение)
- Мониторинг энергопотребления
- Состояние фильтра
- Проверка ошибок

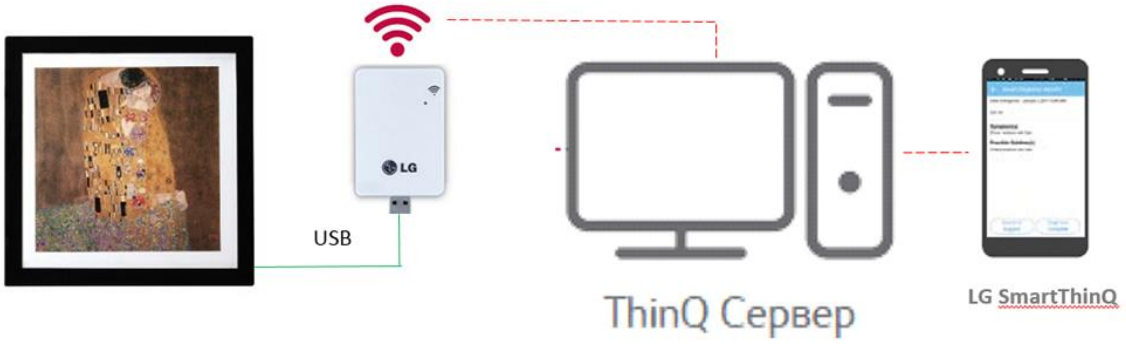


Рис. 4. Схема подключения **LG Wi-Fi МОДЕМ** PWFMDD200

Заключение. В завершении можно добавить, что пультом возможно задавать режим работы как эконом, так и повышенной мощности. Первый обеспечивает эффективную работу при ограничении потребляемой мощности, что позволяет использовать кондиционер совместно с другими отопительными приборами. Второй режим позволяет быстро достичь эффекта охлаждения/нагрева в помещении.

В настоящее время кондиционеры сплит-систем получили широкое распространение в повседневной жизни человека. должны отвечать следующим требованиям: состоять из простого и надежного оборудования; обеспечивать при круглогодовой работе значительное (60 %) сокращение энергопотребления; не причинять вреда окружающей среде. Для исправной работы данных устройств необходимо правильно подобрать тип кондиционера для требуемых условий, иметь представление о принципе их работы и производить своевременное сервисное обслуживание. Для обслуживания кондиционеров требуются высококвалифицированные инженерные работники, которые имеют знания термодинамики, теплофизики и холодильной техники. В основе Вашего комфорта лежит ответственный подход к выбору и монтажу кондиционера сплит-системы.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Виды кондиционеров: [Электронный ресурс]. URL: http://www.houseless.ru/vidy-kondicionerov. html

[2] Настенные сплит-системы: [Электронный ресурс]. URL: http://www.ecocomfort.ru/catalog/conditioners/split/

[3] Коляда В.В. Кондиционеры. Принцип работы, монтаж, установка, эксплуатация. Рекомендации по ремонту/Коляда В.В. - М.: СОЛОН - Пресс, 2002.-240с.

[4] Кондиционеры: кассетные сплит-системы: [Электронный ресурс]. URL: http://www.ohladite.ru/cassete/

[5] Конструкция и устройство кондиционеров: [Электронный ресурс]. URL: http://www.rfclimat.ru/htm/con_cons.htm

[6] Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент. Справочник. (Теплоэнергетика и теплотехника; Кн.2). Под общей ред. Клименко А.В. и Зорина В.М. М.: Издательство МЭИ. 2001. - 564с.

[7] Системы кондиционирования:// Мир климата. Спецвыпуск «Менеджеру». URL: http://www.mir-klimata.info/archive/men/art/art2/

[8] Принцип работы холодильной машины://Мир климата. Спецвыпуск «Монтажнику».

[9] URL: http://www.mir-klimata.info/archive/mont/article/article02/

[10] Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. Третье издание. М., Еврокли-мат, 2001

[11] Инструкция по эксплуатации кондиционеров фирмы Daikin для моделей:FTXS60GVIB, FTXS71GVIB.

[12] Кокорин О.Я. Современные системы кондиционирования воздуха. М.: Физматлит, 2003. 350 с.

[13] Технический каталог компании LG [Электронный ресурс]. URL: https://lg-b2b.ru/catalogs

[14] Васильев Г. П. Энергоэффективный экспериментальный жилой дом в микрорайоне Никулино-2. // АВОК. - 2002. - № 4. - С. 10-18.

[15] Хайт // Жилищное строительство. – 2004. – № 10. – с. 74-78

[16] Васильев Г. П., Шилкин Н. В. Использование низкопотенциальной тепловой энергии земли в теплонасосных системах.// АВОК. - 2003. -№ 2. - с. 52-60.

Алимова К. К., Өсербай Ә.К.

Мульти сплит-кондиционер және оның қолданыстағы ерекшеліктері

Аңдатпа. Қазіргі уақытта сплит-жүйелік кондиционерлер кеңінен қолданылады. Бұл туралы олар мақалада талқыланады. Негізгі түйіндер және олардың мақсаты мақаланың мәтінінде толық сипатталған. Бұл режимдермен бірге жүретін процестер мақалада егжей-тегжейлі сипатталған. Соңында сіз сплит жүйесінің ауаны басқаруға арналған Wi-Fi модемімен танысасыз және оның мүмкін функцияларын білесіз.

Түйінді сөздер: сплит-жүйелік кондиционерлер, қабырға, едендік кондиционер, құбыр, кассета, салқындату, жылыту, басқару панелі.

УДК:622.201

Ye.Karabaliyev, N. Alpysbay, Ye.Dauletbek, A.Balgabek, A.Alipbekov
(Computer Engineering and Information Security of the International IT University
erlanurbergen@gmail.com)

THE MAIN DISADVANTAGES OF USING ELECTRONIC DIGITAL SIGNATURE FOR E-GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Abstract. In today's world, people want to minimize their activities off the Internet, and the modernized government adapts to the needs of its citizens. Therefore, the state annually allocates a large amount of money and efforts to improve e-government, for example, in 2018, the state allocated 35 billion tn., to improve the portal. The article reveals the shortcomings of the use of electronic signatures and the following conclusion is drawn that the use of electronic signature is not an effective way of signing documents when electronic document management is being implemented in many areas.

Keywords: electronic signature; certificate; key; receipt; verification

Introduction

At the moment, the development of e-government is at the fourth stage - the transformational one, at this stage of development e-government is today. The main goal from now on is maximum efficiency in the provision of services to citizens. It is for the sake of achieving this goal that interactive and transactional services are combined into complex services that the Kazakh population often needs. Users have the opportunity to register a legal entity in 15 minutes or to register the birth of a child while at the same time having decided all the related issues - apply for assignment of benefits and put the child on the queue in kindergarten. Particular attention on the e-government portal is given to socially significant services, which is why they are all transferred to electronic format.

Through the electronic portal, you can perform many services, from opening an IP to concluding a marriage, and therefore a person needs to confirm his identity, for this they use an electronic digital signature.

Electronic digital signature can be obtained on the following types of storages:

- file system - when this item is selected, keys and registration certificates will be stored on your personal computer in the form of files;

- кaztoken - when choosing this medium, keys and registration certificates will be stored on an external secure medium of key information, protected with a PIN code;

- EDS on the sim-card - when you select this medium, the keys and registration certificates will be stored on the sim-card of your phone. You can purchase the appropriate SIM card in the sales departments of mobile operators.

- identity cards - to record an electronic digital signature on an identity card chip (for individuals), you must contact the nearest department of the State Corporation “Government for Citizens” NAO (PSC), presenting an identity card. For further work with the digital signature recorded on the identity card, you must purchase a card reader.

Hacking EDS actually comes down to breaking the encryption algorithm. In this case, we will consider possible hacking options using the RSA algorithm as an example.

There are several ways to hack RSA. The most effective attack is to find the secret key corresponding to the required public key. This will allow the attacker to read all messages encrypted with the public key and forge signatures. Such an attack can be carried out by finding the main factors (factors) of the general module n - p and q.

Based on p, q and e (total score), the attacker can easily calculate the partial score d. The main difficulty is the search for the main factors (factoring) n. RSA security depends on factorization (factoring), which is a difficult task that does not have effective solutions.

Portal users cannot directly download the EDS, and therefore use (the intermediary program) Ncalayer. This program serves as a layer between the browser cryptographic provider and EDS keys, this is where the danger of user information leakage is stored.

NCALayer is installed locally on the user's computer. NCALayer works as follows - a web socket server opens on a specific port, where all kinds of requests are sent.

Omitting all the connection details, let us consider two queries for now, in order to have a general idea of how NCALayer works:

Select a key on the file system.

```
{
'method': "browseKeyStore",
'args': ['PKCS12', 'P12', '/home/user']
}
```

After sending the request, on the machine where NCALayer stands, a dialog box opens that offers to select the digital signature key file.

Accordingly, after selecting the key, through the socket we get the following answer.

```
{"finish":"/Desktop/Erlan/AUTH_RSA.p25","errorCode":"NONE"} {"errorCode":"NONE"}
```

If you have a path to the keystore, then for further work you must provide a password from this store. Usually the site somehow takes this password through the form. Here is an example of how to sign or put an electronic digital signature on any data.

```
  {
  "method": "signXml",
  "args": [
  'PKCS12',
  '/Desktop/Erlan/AUTH_RSA.p25',
  '1874abcef234',
  'ПАРОЛЬ!!!',
  '<login><timeTicket>1517997213006</timeTicket></login>'
  ]
}
```

Cons implementation of the current version of NCALayer

There is one big minus - the path to the file and password is available to any site developer where EDS is used. Even using all sorts of tokens, when using NCALayer, the password from the token device is also transmitted to the site. At least the current implementation allows this.

Storing key paths and password each site can store in its database. It may not be stored. In general, to store or not to store paths and passwords - again, all this lies with the conscience of site developers.

Any site can sign data for you without your knowledge in the background, if it knows about the path where the keys and password are stored. Again, if you have ever used an electronic digital signature on a site, the site already knows the path to the file and password. If the site is an attacker, then it is guaranteed to save the password somewhere at home.

I want to note that direct access to the media with keys is not provided. Access is restricted only to NCALayer functions.

A real example of how to access egov.kz if you don’t own a human digital signature

Now, in order to exploit this vulnerability, you need to understand how the login mechanism on egov.kz works through EDS. To enter egov.kz, the xml from egov.kz is signed by the user and transferred to the server where it is checked. If the signature is valid, then log in. From the NCALayer side, the login process consists of the following steps:

```
: Connected ... 0
: INCOMING: {"method":"loadSlotList","args":["AKKaztokenStore"]}
: INCOMING: --heartbeat--
: INCOMING: {"method":"loadSlotList","args":["AKKZIDCardStore"]}
: INCOMING: {"method":"browseKeyStore","args":["PKCS12","P12",""]}
: INCOMING: --heartbeat--
: INCOMING: {"method":"getKeys","args":["PKCS12","/home/user/AUTH_RSA.p12","d","AUTH"]}
: INCOMING: {"method":"getSubjectDN","args":["PKCS12","/home/user/AUTH_RSA.p12","1234567890123
: INCOMING: {"method":"getNotBefore","args":["PKCS12","/home/user/AUTH_RSA.p12","1234567890123
: INCOMING: {"method":"getNotAfter","args":["PKCS12","/home/user/AUTH_RSA.p12","12345678901234
: INCOMING: --heartbeat--
: INCOMING: --heartbeat--
: INCOMING: {"method":"signXml","args":["PKCS12","/home/user/AUTH_RSA.p12","123456789012345678
: Session 0 closed because of null
```

The portal requests the following data from NCALayer - loadSlotList (here you can answer with an error), getKeys, getSubjectDN, getNotBefore, getNotAfter and signXml. If NCALayer correctly substitutes this data from another user, then, accordingly, we will successfully log into the system. It is very important to get only subjectDN and xml for signature from NCALayer correctly.

Now how to access egov.kz from another person, mechanism:

On your computer, you extract the xml string that you need to sign in order to log in to egov.kz. This is done so, just in the developer's console on idp.egov.kz, you need to request the following data - document.getElementById ('xmlToSign'). Value.

You send an xml line for signature to the right person who is sitting on the malicious site. It is on your computer, in the background, signs the desired xml string. Additionally, you get subjectDN.

Now there is subjectDN and signed xml.

Now the most interesting thing is that on your computer you emulate the work of NCALayer, which gives the necessary data.

The main disadvantages:

-Vulnerable keys not only on the file system, but also on tokens

-NCALayer developers cannot guarantee that attackers will not be able to use such a mechanism.

-You are guaranteed to light up the password from the digital signature key carrier, even from tokens. It is enough to log in only once on egov.kz.

In conclusion, I would like to add that in order to optimize the operation of the electronic portal, the system should ensure the safety of user data without the threat of hacking. In Europe, it became possible to directly connect the digital signature to the browser, without the role of intermediary programs.

REFERENCES

[1] https://egov.kz/cms/ru/information/about/help-elektronnoe-pravitelstvo
[2] http://sci-article.ru/stat.php?i=1557755489
[3] https://habr.com/ru/post/348348/
[4] http://dammlab.com/bezopasnost-pk/kriptografiya/elektronnaya-cifrovaya-podpis/vzlom-ecp/vozmozhno-li-vzlomat-ecp.html
[5] United Nations. E-Government for the People. E-Government Survey 2012, ST/ESA/PAD/SER.E/150, ISBN 978-92-1-123190-8 «Table 7.1 E-government development index … 38 Kazakhstan»
[6] E-governance making progress in Thailand - Asean Plus | The Star Online
[7] https://publicadministration.un.org/egovkb/Portals/egovkb/Documents/un/2018-Survey/E-Government%20Survey%202018_FINAL%20for%20web.pdf
[8] http://www.svetopolis.ru/projects/e-government/structure/
[9] https://gosbook.ru/
[10] http://xn--80apaiifgbp3bu.xn--p1ai/content/other/?ID=834

Карабалиев Е.Н., Алпысбай Н.Е., Даулетбек Е., Балгабек А., Алипбеков А.

Основные недостатки использования электронной цифровой подписи для электронного правительства республики казахстан

Резюме. В современном мире люди хотят свести к минимуму свою деятельность через Интернет, а модернизированное правительство адаптируется к потребностям своих граждан. Поэтому государство ежегодно

выделяет большую сумму денег и усилия по совершенствованию электронного правительства, например, в 2018 году государство выделило 35 млрд.т. на улучшение портала. В статье раскрываются недостатки использования электронных подписей и делается вывод, что использование электронной подписи не является эффективным способом подписания документов, когда электронное управление документами внедряется во многих областях.

Ключевые слова: Электронное правительство, ЭЦП ключ, шифрование, модернизация, взлом данных.

Карабалиев Е.Н., Алпысбай Н.Е., Даулетбек Е., Балгабек А., Алипбеков А.

Қазақстан Республикасының электрондық үкіметі үшін электрондық цифрлық қолтаңбаны пайдаланудың негізгі кемшіліктері

Резюме. Қазіргі әлемде адамдар интернет арқылы өз қызметін барынша азайтқысы келеді,ал жаңғыртылған үкімет өз азаматтарының қажеттіліктеріне бейімделеді. Сондықтан мемлекет жыл сайын үлкен ақша мен электрондық үкіметті жетілдіру бойынша күш-жігер бөледі, мысалы, 2018 жылы мемлекет 35 млрд.т бөлді портал жақсарту. Мақалада электрондық қолтаңбаны пайдаланудың кемшіліктері ашылады және құжаттарды электрондық басқару көптеген салаларда енгізілген кезде электрондық қолтаңбаны пайдалану құжаттарға қол қоюдың тиімді тәсілі болып табылмайды деген қорытынды жасалады.

Түйін сөздер: Электронды үкімет, ЭСҚ кілт, шифрлеу, жаңғырту, деректерді бұзу.

УДК 669.2.017:621.771.24

S.A. Mashekov, Y.Z. Nugman, A.S. Mashekova, E.A. Tussupkaliyeva, U.D. Angarbekov
(Satbayev University, Almaty, Nazarbayev University, Astana, Kazakhstan. E-mail: elatus78@mail.ru)

AUTOMATIC REGULATION OF TECHNOLOGICAL MODES OF PRESS BARS ON A RADIALLY-SHEAR BOARD OF A NEW DESIGN

Abstract. This article proposes a radially-shear mill (RSM) of a new design, which allows combining rolling with pressing for the manufacture of high-quality bars and pipes from non-ferrous metals at high degrees of deformation. By the finite element method and the MSC.SuperForge program, quantitative data were obtained and the main laws of the distribution of the stress-strain state and temperature during rolling-pressing of workpieces in helical rolls installed on a new mill were established. In the work, approximation equations are derived with rather high accuracy. The obtained equations were used for the automated assignment of rational temperature-deformation modes of rolling-pressing. In the Ladder environment, a system has been developed for visual control of the technological parameters of rolling-pressing at the RCC, which is implemented using the Highwell programmable logic controller. The information obtained from the CT3M pyrometer, inductive sensor, pressure sensor, as well as from the optical distance sensor Leuze Elektronic, will avoid the manufacture of rods and pipes with defects.

Key words: pressing, pyrometer, workpiece, temperature, Highwell controller, inductive sensor, pressure sensor.

[1]**Машеков С. А.,** [1]**Нугман Е. З.,** [2]**Машекова А. С.,** [1]**Тусупкалиева Э.А.**, [1]**Ангарбеков У. Д.**
(Satbayev University, Almaty, Nazarbayev University, Astana, Kazakhstan. E-mail: elatus78@mail.ru)

АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПРЕССОВАНИЯ ПРУТКОВ НА РАДИАЛЬНО-СДВИГОВОМ СТАНЕ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ

Аннотация. В настоящей статье предложен радиально-сдвиговый стан (РСС) новой конструкции, позволяющий совмещать прокатку с прессованием для изготовления высокачественных прутков и труб из цветных металлов при больших степенях деформации. Методом конечных элементов и программой MSC.SuperForge получены количественные данные и установлены основные закономерности распределения напряженно-деформированного состояния и температуры при прокатке-прессовании заготовок в винтообразных валках, установленных на новом стане. В работе выведены с достаточно высоко точностью аппроксимационные уравнения. Полученные уравнения использовали для автоматизированного назначения рациональных температурно-деформационных режимов прокатки-прессования. В среде Ladder разработана система визуального управления технологическими параметрами прокатки-прессования на РСС, которая реализована с помощью программируемого логического контроллера Хайвелл. Информация, полученная от пирометра CT3M, индуктивного датчика, датчика давления, а также от оптического датчика расстояний Leuze Elektronic, позволит избежать изготовления прутков и труб с дефектами.

Ключевые слова: прессование, пирометр, заготовка, температура, контроллер Хайвелл, индуктивный датчик, датчик давления.

Введение

В настоящее время в производстве, из алюминиевых, медных и других цветных металлов и сплавов выпускают сплошные и полые профили различной формы и размеров [1]. На заводах для частичного снижения себестоимости и повышения эффективности производства применяют полунепрерывное прессование в горизонтальном прессе [2]. Данное прессование является основным способом производства пресс-изделий из алюминиевых сплавов во многих странах дальнего и ближнего зарубежья. При применении данного способа используют специальный форкамерный инструмент. Этот инструмент обеспечивает прессование заготовки со стыковой сваркой и натяжением. Отличительной особенностью такого процесса является возможность деформации малыми степенями деформации и равномерным распределением накопленной деформации. Это достигается за счет дробления деформации при постепенном выдавливании объема металла сначала из основного контейнера в промежуточный инструментальный блок, т.е. форкамеру, а затем из промежуточного блока в матрицу.

Полунепрерывный метод прессования дает возможность изготовлять различные по конфигурации изделия. Однако, после прессования каждой заготовки в инструменте остается пресс-остаток, что является отходом металла. При этом для последующего прессования пресс-изделий требуется загрузка заготовки в контейнер, что снижает производительности процесса.

Одним из эффективных способов производства пресс-изделий является непрерывное прессование заготовок [3]. Данный способ позволяет существенно уменьшить себестоимость и повысить качество пресс-изделий. В последние годы этому способу большое внимание уделяют специалисты дальнего и ближнего зарубежья. Данные специалисты занимаются теоретическими и технологическими проблемами производства пресс-изделий различного сортамента, при этом большое внимание уделяют исследованию и реализации инновационных процессов непрерывного прессования цветных металлов. Так, специалисты стран ближнего и дальнего зарубежья разработали и внедрили в промышленность агрегаты непрерывного литья и прессования [4]. Непрерывное литье и прессование алюминиевых, медных и других сплавов дает возможность с высокими технико-экономическими показателями изготовлять пресс-изделия различной формой, но сравнительно мелкими размерами.

Вышеотмеченными специалистами созданы и широко распространены в производство способы непрерывного прессования цветных металлов, как Конформ, Экстроллинг, Линекс, совмещенная прокатка-прессование (СПП) и т.д. [5,6]. Данные способы позволяют получить изделия высокого качества с точными геометрическими размерами без дополнительной обработки. При этом практически полностью используется материал заготовки. Так как устраняется пресс-остаток. Применение данных способов приводит к существенному уменьшению капитальных затрат при строительстве и энергозатрат в процессе эксплуатации.

Анализ вышеприведенных устройств по непрерывному прессованию заготовок из цветных металлов позволил выявить следующие недостатки:

- для прессования с достаточными по величине активными силами трения необходимо, чтобы размеры поперечного сечения заготовки и канала инструмента были равным, что трудно осуществить;
- трудность регулирования величины активных сил трения и превышения их величины от требуемой величины, что приводит к большим энергетическим затратам;
- сильный разогрев инструмента и, как следствие, снижение его стойкости;
- неоднородность свойств пресс-изделий из-за неравномерности деформации, что связано с реактивными силами трения на контакте металл-инструмент.

Необходимо также отметить, что, несмотря на имеющиеся многочисленные авторские свидетельства и патенты, не удалось внедрить большинство таких установок на производстве. Это связано с отсутствием автоматизированной системы управления на многих оборудованиях, применяющихся для непрерывного прессования. Предложенные технические решения не обеспечивают устойчивого протекания процесса и не создают достаточного для экструдирования металла давлений. При этом в процессе прессования по сечению заготовки не развиваются макросдвиговые деформации, что не создает условия для хорошей проработки структуры металла и повышению его свойств.

На основе вышесказанного можно сделать заключение, что в настоящее время очень остро стоит вопрос о создании автоматизированных непрерывных процессов прессования прутков и труб, позволяющих выпускать изделия из цветных металлов высокого качества.

Цель работы – создание автоматизированного радиально-сдвигового стана (РСС) новой конструкции для непрерывного прессования прутков или труб.

Материалы и методики исследований

В настоящей работе предлагается РСС новой конструкции [7]. Данный стан представляет собой комплекс прокатного и нагревательного оборудования, где совмещением горячей винтовой прокатки на РСС и прессования получают прутки или трубы малых диаметров из черных или цветных металлов с мелкозернистой структурой.

Радиально-сдвиговый стан для непрерывного прессования прутков и труб содержит главный привод, рабочую клеть, валковый узел и пресс-матрицу. Трехвалковая рабочая клеть РСС состоит из станины, в расточках которой через 120° смонтированы узлы рабочих валков. Рабочие валки смонтированы на подушках, крутящий момент которым передается через шпиндели от электродвигателей. Клети нового стана сконструированы с возможностью расположения валков с различными углами к оси прокатки и тангенциальным смещением относительно ее на 18 мм. Валки данного стана имеют гладкие и волнисто-конусообразные участки захвата и обжатия, соответственно, и калибрующие цилиндрические участки. Заметим, что выступы и впадины волнисто-конусообразных участков выполнены по винтовой линии. При этом геометрические размеры выступов и впадин постепенно уменьшаются в направление прокатки.

Рабочая клеть РСС состоит из двух сплошных станин квадратной формы. В сквозных проемах станин располагаются механизмы установки подушек верхних и нижних рабочих валков. Приближение и разведение верхних и нижних валков осуществляют при помощи клиньев. Клинья имеют вращающиеся винты. Для вращения винтов применяется мотор-редуктор, установленный на станине.

Для ликвидации всевозможных зазоров между валками и подушками, клиновыми механизмами и станиной, каждый механизм установки подушки снабжен гидроцилиндрами.

Следует отметить, что матрица данного стана имеет рабочие участки в виде последовательно расположенных усеченных конусов, поперечные сечения которых постепенно сужаются. Данные участки имеет непараллельные основания и крестообразно располагающие большие или малые образующие. В периферийной части матрицы располагается калибрующий участок. В целом матрица с рабочими валками РСС образуют совмещенную установку.

При прессовании прутков, труб или проволок на новом стане нагретая заготовка подается на рольганг перед клетью, подведенный к валкам. После центрирования заготовка перемещается к валкам, происходит ее захват валками, далее деформируется с выступами и впадинами волнисто-конусообразных участков валков. Валки, своим вращательным движением вращательно и поступательно двигают деформируемый металл заготовки в направлении прокатки и выдавливают их через отверстие матрицы. При этом вращательно-поступательное движение и деформирование заготовки обеспечивают развитие сдвиговых деформаций по всему сечению заготовки, что приводит к эффективному измельчению структуры и уменьшению усилия прокатки. При этом формируется мелкозернистая структура в прутках или трубах, т.е. изготовляется качественная продукция.

Известно, что современные прокатные станы не могут обойтись без компьютерного управления их механических узлов, температурно-деформационных режимов и т.д. [8,9]. Для того чтобы могли быть реализованы рассчитанные на основе научно-обоснованных, сложных математических моделей температурно-деформационные режимы прокатки, нужны датчики, гидравлические и электрические исполнительные устройства с сервоуправлением. Помимо этого система управления должна иметь современный человеко-машинный интерфейс, средства on-line-архивирования массива технологических параметров и стандартный интерфейс доступа к этим параметрам со стороны цеховой автоматизированной системы управления.

Необходимо отметить, что до подачи заготовки в клеть РСС, в автоматизированную систему управления станом необходимо влить рациональные температурно-деформационные режимы прокатки-прессования. Радиально-сдвиговый стан новой конструкции должен автоматически поддерживать следующие параметры: заданная скорость прокатки; заданные параметры гидравлического нажимного механизма; заданные температуры прокатки.

В систему автоматического управления РСС должно включаться требуемые режимы и исправленные установки автоматического регулирования соответствующих параметров. Система автоматического управления должна поддерживать данные параметры за весь период прессования прутков или труб. После обработки прутков или труб с требуемыми размерами программа прокатки-прессования должна вводиться в библиотеку программ базы данных для дальнейшего применения при прессовании прутков или труб того же сортамента. При наличии в базе данных программы прессования, соответствующей текущему заданию технологических параметров прессования прутков или труб, ввод установок должен производиться автоматически.

Программный комплекс MSC.SuperForge использовали для определения рациональных температурно-деформационных режимов прокатки-прессования. При этом трехмерная геометрическая модель заготовки, валков и матрицы была построена в CAD программе Inventor и импортирована в CAE программу MSC.SuperForge. Для расчета напряженно-деформируемого состояния (НДС) использовали техническую характеристику предлагаемого РСС.

Моделирование исследуемого процесса с использованием программного комплекса «MSC.SuperForge» осуществляли следующим образом [10]:

1. Выбрали трехмерный объемный элемент CTETRA (четырехузловой тетраэдр, применяемый для моделирования трехмерных тел) и нанесли данную сетку конечных элементов на заготовку.

2. Используя, либо имеющиеся в программе «MSC.SuperForge» базу данных, либо термомеханические свойства материала заготовкам задавали реологические свойства заготовки (для моделирования пластичности материала заготовки выбрали упругопластическую модель Джонсона-Кука).

3. Задали начальную температуру прессования заготовки.

4. Задали условия на поверхности контакта заготовки, валка, матрицы, т.е. коэффициент трения (контакт между инструментом и прутком смоделировали законом трения Кулона, коэффициент трения приняли равным 0,3).

5. В зависимости от типа применяемого оборудования установили закон движения подвижного инструмента.

6. С достаточно жесткой точностью производили расчеты НДС заготовки, силы нормального давления, распределение температуру по объему заготовки.

Следует отметить, что при осуществлении вышеописанных действии программный комплекс «MSC.SuperForge выдавал результаты расчета в виде полей распределения соответствующих параметров по объему деформированного тела или в виде числовых значений исследуемых параметров в узлах деформированной сетки.

Для исследования процесса прессования в непрерывном РСС использовали круглую заготовку из алюминиевого сплава Д16 размером Ø40×150 мм. Прессование на РСС осуществляли при температурах 200, 250, 300, 350 и 400 ºС до диаметра 6 и 9 мм. При этом варьировали коэффициент вытяжки, углы подачи и раскатки. Из базы данных материалов назначили материал инструмента сталь 9Х1. Так как процесс прокатки проходит при комнатной температуре, начальную температуру валков приняли равной 20ºС.

Компьютерным моделированием полученные данные, как интенсивности напряжения и деформации, температурное поле, давление и усилие на валках и в матрице, сгруппировали в массив и аппроксимировали степенным уравнением. Точность аппроксимации оценивали коэффициенту детерминации R^2.

Полученные результаты и их обсуждение

На основе полученных результатов программой «MSC.SuperForge» методом численного моделирования процесса прессования алюминиевого сплава Д16 можно сделать вывод, что прессование заготовок на РСС новой конструкции приводит к интенсивному повышению давления и температуры на участках прутков, находящихся в зонах контакта металла с валком (рисунок 1). При этом с увеличением коэффициента вытяжки, углов подачи и раскатки происходит постепенное повышение давления и температуры на поверхности заготовки.

При прокатке в винтообразных валках и матрице предлагаемой конструкции, в очаге деформации металл течет по винтовой траектории с различными скоростями внешнего и внутреннего слоя. Движение потоков металла с различными скоростями, вызывают интенсивные сдвиговые перемещения в объеме заготовки, что приводит к значительному увеличению интенсивности напряжении и скорости деформации, а также интенсивности деформации, а это способствует существенному измельчению зерен и получению мелкозернистой структуры. Следует отметить, что с увеличением коэффициента вытяжки, углов подачи и раскатки происходит постепенное повышение интенсивности скорости деформации и деформации по сечению заготовки.

Большие сдвиговые деформации сопровождаются разогревом металла. Температурный эффект разогрева в зависимости от коэффициента вытяжки изменяется от 60 до 130 ºС. Данный разогрев позволяет снизить температуру нагрева перед прессованием, существенно оптимизирует температурный интервал обработки.

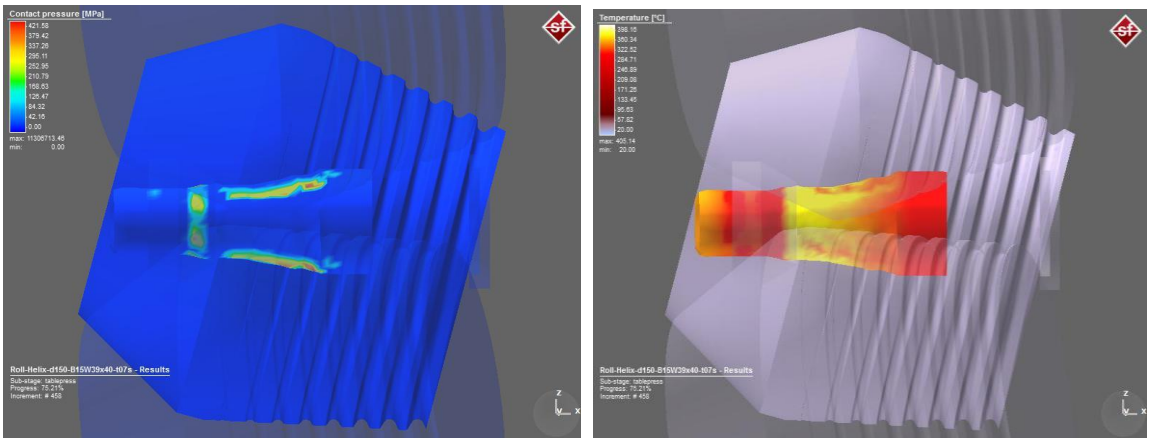


Рис. 1. Картина распределения давления (*а*) и температурного поля (*б*) в заготовке при прессовании прутков из алюминиевого сплава Д16 на РСС новой конструкции с коэффициентом вытяжки 1,3

Следовательно, при прессовании заготовки в предлагаемом стане повышается температура, деформирование осуществляется с постоянным изменением по длине заготовки скорости скручивания. А это приводит к повышению температуры заготовки, что эффективно уменьшает предел текучести металла, облегчает формоизменение заготовки, снижает энергосиловые параметры процесса и повышает пластические свойства материала. Изменение скорости скручиваний приводит к существенному увеличению сдвиговых деформаций. Благодаря развитию сдвиговых деформаций формирование микроструктуры происходят при большой по величине интенсивности деформации, что эффективно измельчает структуру металлов и сплавов.

Полученные компьютерным моделированием массив данных аппроксимировали степенными уравнениями типа $x = a \cdot y^{в}$, где x – температура; давление; интенсивность скорости деформации; интенсивность напряжений; интенсивность деформации; y – коэффициент вытяжки, углы подачи и раскатки; a и $в$ – неизвестные коэффициенты уравнения. При этом аппроксимирующие уравнения выбирали таким образом, чтобы R^2 = 0,70 – 0,99 (в связи с большим объемом, аппроксимирующие уравнения не приведены). Полученные уравнения использовали для автоматизированного назначения рациональных температурно-деформационных режимов прокатки-прессования.

Автоматизированную систему управления (АСУ) РСС новой конструкции осуществили с помощью программируемого логического контроллера Хайвелл (рисунок 2). АСУ стана новой конструкции включает контроллер «Haiwell» с RS-485, имеющий возможность расширение и модернизацию 28 DI/20DO relay, панель оператора 7” «Haiwell» с Ethernet, блок питания 220/24, аналоговый модуль «Haiwell» на 8 канал. Следует отметить, что панель оператора имеет возможность мониторинга через облачное пространство, при этом содержит клавиатуру и промышленный персональный компьютер. Контроллер «Haiwell» с RS-485 осуществляет сбор информации от пирометра СТ3М с аналоговым выходом 4 - 20мА, индуктивного датчика, датчика давления с дисплеем, а также от оптического датчика расстоянии Leuze Elektronic.

Для управления приводом РСС применены преобразователи частоты типа Delixi CDI-E180G011/P015T4BL со встроенными тормозными резисторами (380 вольт, 3 штук) и Delixi CDI-E180G0R75T4B 380 вольт со встроенным тормозным резистором (1 штук). Каждому мотору редуктору прикреплен один преобразователь. Система регулирования скорости вращения валков векторная, с обратной связью по скорости.

Программное обеспечение контроллера «Haiwell» с RS-485 и панели 7” «Haiwell» с Ethernet выполнено с использованием языка программирования Ladder.

Технологический процесс прессования контролируется по значениям давлений, скорости прокатки и прессования, а также по температуре заготовки перед клетью и в очаге деформации стана, а также после прессования. Составленная программа позволяет корректировать технологию по распределению интенсивности напряжений и деформации. Примененные пирометры СТ3М обеспечивают высокую точность измерения температуры для всего сортамента и необходимое быстродействие. Среднемассовая температура прутка в зоне пирометра, расположенного перед клетью, в очаге деформации и после клети стана рассчитывается специальной программой по измеренной температуре поверхности исходя из параметров процесса деформационного нагрева и охлаждения.

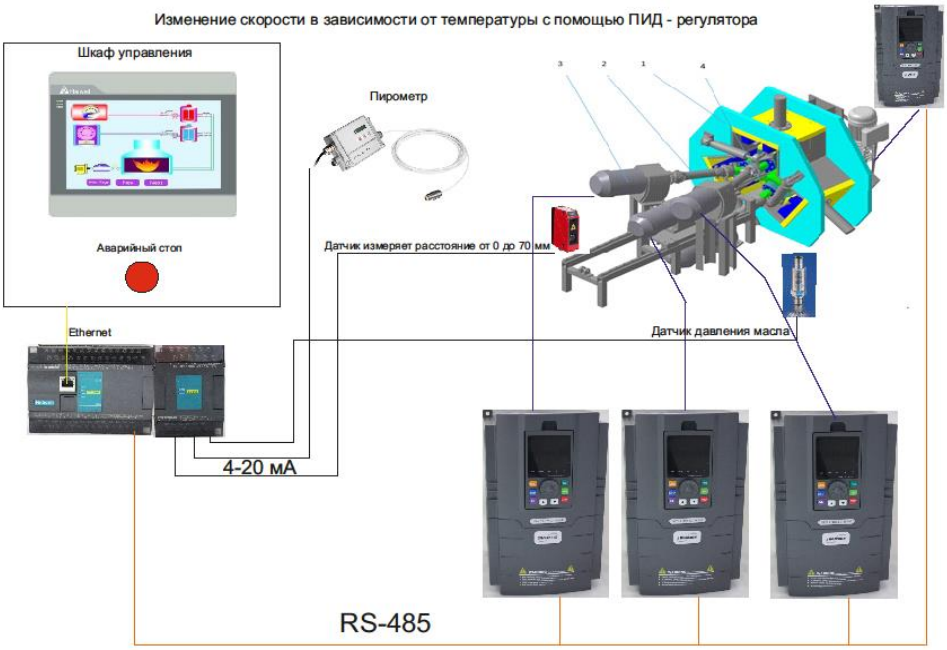


Рис. 2-3 Структурная схема АСУ радиально-сдвигового стана новой конструкции

Датчики наличия металла системы слежения за положением заготовки обеспечивают контроль за прохождением металла в зоне визирования пирометров. На основании их показаний и данных об измерении давлений, температуры, АСУ стана архивирует распределение давлений и температуры по длине заготовки.

На главном окне визуализации показана схема расположения приводов РСС, значение их текущей скорости. В данном окне также можно увидеть заданное расстояние между валками в миллиметрах и давление масла в гидравлических цилиндрах. Также в данном окне имеется кнопка «ПУСК», «СТОП», «Ручной/Автомат».

Кнопка «ПУСК» позволяет запустить оборудование, кнопка «СТОП» останавливает его. Кнопка «Ручной/Автомат» переводит оборудование в ручной либо автоматический режим. В ручном режиме, оператор сам может задавать скорость двигателям и регулировать сам за процессом. В автоматическом режиме, система автоматически регулирует скорость вращение валков РСС в зависимости от контактного давления заготовки на валки и температуры. В окне температуры показан график изменения температуры по времени.

В окне выходных токовых значений с частотных преобразователей изображаются графики токовых значений. Это позволяет мониторить токи двигателей, чтобы избежать перегруза номинального значения двигателя, т.е. аварий, выявлять на каком двигателе были пиковые токовые значения.

В окне настройки можно задавать уставки: задания диаметров входной и выходной трубы или прутка. В ручном режиме задается частота на асинхронные двигатели четырех приводов РСС. Также задается задание максимальной уставки давления отключения РСС. Это мера связано с тем, что при превышений давлений выше заданной уставки, контроллер остановит оборудование для сохранения от поломки РСС.

В окне пароля, уставку по давлению ставят под пароль. Пароль будет знать только инженерный состав и руководители цеха. Это связано с тем, что при неправильном введений значения данной уставки, технологический процесс может привести к поломке оборудования. Следует отметить, что при не правильном вводе пароля можно увидит специальное сообщение, а при правильном вводе пароля программа позволяет менять уставку данного окна.

В пульте имеется окно блокировки давления. Данная кнопка позволяет блокировать давление в автоматизированной системе и не наблюдать значение давления в процессе прессования. Данное окно также находится под паролем.

Вывод

1. Предложен новый радиально-сдвиговый стан, позволяющий совмещением прокатки и прессования изготовлять высокачественные прутки и трубы из цветных металлов при больших степенях деформации.

2. Компьютерным моделированием полученные данные по распределению НДС и аналитические выражения с достаточной степенью точности могут быть использованы для автоматизации технологических процессов прессования прутков и труб на РСС новой конструкции.

3. Разработана система измерения давлений, температуры деформируемой заготовки на основе пирометров и датчиков.

4. Полученные с помощью пирометрической системы и датчиков давления информации дадут возможность контролировать температуру, давление технологического процесса и избегать получения бракованных прутков и труб из цветных металлов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Кац А.М., Райков Ю.Н., Романцев Б.А. Перспективный процесс производства прутково-профильной продукции на основе горизонтального непрерывного литья и горячей винтовой прокатки // Цветные металлы. 2002. №2. - С. 104-107.

[2] Довженко И. Н. Разработка моделей функционирования агрегата совмещенной прокатки-прессования с целью повышения эффективности производства длинномерных изделий из цветных металлов и сплавов: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Магнитогорск, 2006. – 169 с.

[3] Шевакин Ю.Ф., Кручер Н.Г. Развитие непрерывных и совмещенных процессов литья и прокатки цветных металлов на литейно-прокатных агрегатах // Цветные металлы. 1997. №5. С. 71-74.

[4] Данилин В.Н. Создание и основные этапы развития процесса прессования с активным действием сил трения / В.Н. Данилин // Кузнечно-штамповочное производство. – 2009. – №9. – С. 30 – 37.

[5] Довженко Н. Н., Горохов Ю. В., Солопко И. В. Основы проектирования элементов установки Conform // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 68-й межрегиональной научно-технической конференции. Магнитогорск: ГОУ ВПО«МГТУ», 2010. Т.1. С. 17-20.

[6] Галиев Р. И. Разработка и исследование процесса совмещенной прокатки прессо-вания с целью повышения эффективности производства длинномерных пресс-изделий из алюминиевых сплавов: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Магнитогорск, 2004. 198 с.

[7] Патент РК № 27722. Машеков С. А., Нугман Е.З., Алшынова А. М. и др. Устройство для непрерывного прессования пресс-изделий. Опубл. 18.12.2013, бюл. №12. 3 с.: ил.

[8] Реймген Ю.Э. Автоматизированные системы управления технологическими процессами / Ю.Э. Реймген // SCADA система. ГИАБ. – 2014. – № 8. – С. 386–393.

[9] Реймген Ю.Э. Автоматизированные системы управления технологическими процессами / Ю.Э. Реймген // SCADA система. ГИАБ – 2014. – № 9. – С. 149 - 157.

[10] Солдаткин А. Голенков Ю. Программа MSC.SuperForge как один из элементов системы виртуального производства и управления качеством изделий // САПР и графика, – 2000. – №7. – С. 11-13.

Машеков С.А., Нугман Е.З., Машекова А.С., Тусупкалиева Э.А., Ангарбеков У.Д.

Жаңа конструкциялы радиальді-ығыстыру орнағында шыбықтарды престеу технологиялық режимдерін автоматты реттеу.

Аңдатпа. Бұл мақалада жоғары деңгейлі деформациямен түсті металдардан жоғары сапалы шыбықтар мен құбырлар дайындау үшін, жаймалауды престеумен біріктіруге мүмкіндік беретін жаңа конструкциялы радиальді-ығыстыру орнағы (РЫО) ұсынылған. Шеткі элементтер әдісімен және MSC.SuperForge бағдарламасы көмегімен жаңа орнақта орнатылған бұрандалы білікте дайындаманы жаймалау-престеу кезінде кернеу-деформациялы күйдің таралуының негізгі заңдылықтары және температурасы анықталды және сандық мәліметтер табылды. Жұмыста жуықтау теңдеулері өте жоғары дәлдікпен алынды. Алынған теңдеулер жаймалау-престеудің рационалды температуралық-деформациялық режимдерін автоматты түрде тағайындау үшін қолданылды. Ladder ортасында Хайвелл бағдарламалану логикалық бақылаушысының көмегімен іске қосылған РЫО-да жаймалау-престеудің технологиялық параметрлерін визуалды бақылау жүйесі жасалды. СТ3М пирометрінен, индуктивті датчиктен, қысым датчигінен, сондай-ақ Leuze Elektronic оптикалық қашықтық датчиктен алынған ақпараттар ақаулары бар шыбықтар мен құбырларды дайындауға жол бермейді.

Түйін сөздер: престеу, пирометр, дайындама, температура, Хайвелл бақылаушысы, индуктивті бергіш, қысым бергіші.

УДК 656.212

J.J. Altayeva, Z.K. Bitileuova, A.N. Nemasipova, B.M. Issina
(KazATC named after M. Tynyshpayev, Almaty, Republic of Kazakhstan
E-mail: zhanar1009@mail.ru)

ADVANCED IT TECHNOLOGIES APPLYING AT THE RAILWAY

Abstract. The article considers network satellite radio navigation systems for obtaining data on deviations from the traffic schedule and the location of controlled objects.
Keywords: network, satellite, radio navigation, coordinates, monitoring

Ж.Ж. Альтаева, З.К. Битилеуова, А.Н. Немасипова, Б.М. Исина
(КазАТК им. М. Тынышпаева, Алматы, Республика Казахстан
E-mail: zhanar1009@mail.ru)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫСОКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

Аннотация. В статье рассмотрены сетевые спутниковые радионавигационные системы для получения данных об отклонении от графика движения и местоположения контролируемых объектов.
Ключевые слова: сеть, спутник, радионавигация, координаты, мониторинг

Введение. Сетевые спутниковые радионавигационные системы (СРНС) второго поколения ГЛОНАСС/GPS являются средствами высокоточного определения времени, координат, параметров движения потребителя в любой точке земной поверхности в любое время суток вне зависимости от метеорологических условий.

Для решения важных прикладных задач обеспечения безопасности движения, мониторинга состояния инфраструктуры, управления перевозками и логистическими операциями на железнодорожном транспорте проводит целенаправленную и системно выстроенную работу по внедрению спутниковых технологий.

Стратегическую концепцию движения от отдельных технических решений и технологий к созданию комплексных информационно-управляющих систем в сфере обеспечения безопасности, управления движением, перевозочным процессом и логистическими операциями, мониторинга состояния инфраструктуры, инженерно-геодезического обеспечения работ по проектированию, строительству и эксплуатации железных дорог.

С помощью спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS и информационных сервисов хозяйствам и службам предоставлена гарантированная возможность с высокой точностью определения дислокации и параметров движения пассажирских и грузовых поездов, включая специальные и опасные грузы, специальные самоходные подвижные средства, путейские бригады, контролировать их движение, а также оценивать параметры состояния бортовых систем [1].

Наличие высокоточного навигационного поля, формируемого с помощью систем дифференциальной коррекции ГЛОНАСС/GPS, будет напрямую содействовать сокращению затрат на инженерные изыскания, проектирование, строительство и эксплуатацию железных дорог. Непрерывный мониторинг пространственных параметров железнодорожного пути и иных объектов инфраструктуры обеспечит безопасность движения и принятие своевременных мер по предупреждению и устранению негативных процессов.

В целом, по проведенным технико-экономическим исследованиям, окупаемость затрат на инновационные спутниковые технологии не превышает 3 лет.

Существует явный прогресс в области производства отечественной навигационной аппаратуры потребителей, программного обеспечения и услуг по внедрению результатов космической деятельности в интересах развития транспортного комплекса страны.

Методы. Приоритетной задачей в сфере внедрения инновационных спутниковых технологий на железных дорогах Казахстана является обеспечение стратегического перехода к созданию новейших комплексных систем интеллектуального железнодорожного транспорта, включая

безопасность движения. Интервальное регулирование движения поездов и управление перевозочным процессом при использовании динамического контроля за перемещением подвижного состава, пассажиров и грузов в режиме реального времени.

Особое внимание при этом должно быть уделено созданию интеллектуальных систем управления поездной и станционной работой, новых поколений информационных систем моделирования и анализа перевозочного процесса, формированию ситуационных центров, комплексное внедрение которых обеспечивает достижение синергетического эффекта от внедрения инноваций в данной области.

В настоящее время усилия разработчиков нацелены на создание:

- комплексных многоуровневых систем безопасности движения с использованием нового поколения локомотивных устройств безопасности, спутниковых технологий и цифрового радиоканала;
- систем интервального регулирования движения поездов с применением спутниковой навигации и цифрового радиоканала для повышения плотности поездопотоков и пропускной способности железных дорог с особым вниманием к внедрению указанных технологий на малодеятельных участках железных дорог, в труднодоступной местности со сложными природно-климатическими условиями;
- спутниковых технологий для контроля и управления подвижным составом в целях ресурсосбережения (экономия энергопотребления, топлива и снижение износа в системе «колесо – рельс»);
- принципиально новых комплексных систем диагностики и мониторинга объектов инфраструктуры и подвижного состава, позволяющих перейти к осуществлению ремонтов по фактическому состоянию;
- технологий оптимизации работы путевой ремонтной техники «в окнах» в увязке с управлением поездной работой с целью обеспечения максимальной пропускной способности железных дорог;
- технологий оптимизации работы инфраструктурных хозяйств за счет повышения уровня автоматизации и перехода от информационных к информационно-управляющим системам на основе объективной информации о движении подвижного состава, состоянии путевого хозяйства и инфраструктуры, получаемой с помощью средств космической навигации, мониторинга и связи;
- технологий спутникового контроля за перевозками опасных грузов с целью предупреждения рисков возникновения чрезвычайных ситуаций;
- технологий спутникового мониторинга для предупреждения рисков неблагоприятных воздействий на железнодорожную инфраструктуру потенциально-опасных природно-техногенных процессов и минимизации затрат на устранение возможных последствий;
- высокоточного координатного и планово-картографического обеспечения на основе применения спутниковой навигации и высокоразрешающей съемки для целей снижения затрат и трудоемкости при проведении инженерно-геодезических изысканий при проектировании, строительстве и эксплуатации железных дорог.

Результаты и обсуждение. Обеспечение безопасности движения является одной из главных целей АО «КТЖ - ГП». Для повышения эффективности перевозок нам потребуются развитая транспортная инфраструктура и информационные системы. Для повышения эффективности перевозок компания «Сименс» создает интегрированные транспортные и логистические решения для безопасных, рентабельных и экологичных пассажирских и грузовых перевозок, включающие в себя оборудование инфраструктуры для железнодорожных и автомобильных перевозок, рельсовый подвижной состав, логистику в аэропортах и почтовую автоматизацию. Ключевые особенности стратегии «безопасность» - эффективные решения для железнодорожных перевозок в городах и пригородных зонах, а также для транспортного соединения больших городов и стран [2].

Эффективный контроль состояния и местоположения подвижного состава крайне необходим для оптимальной организации работы парка грузовых вагонов. Компания «Сименс» предлагает для этих целей следующие системы:

• Vicos CTmobile (Vicos – Vehicle and Infrastructure Control and Operating System; CT – Cargo Telematics) – базовый блок для отслеживания местоположения и передачи данных;

• Vicos CTsensor – датчики с возможностью беспроводной передачи данных о состоянии подвижного состава в базовый блок Vicos CTmobile;

• Vicos CTcentral – пользовательский интерфейс и центральное устройство хранения данных, полученных от базового блока Vicos CTmobile.

Интегрированная система сбора, обработки и передачи информации Vicos CTmobile

Поддерживающая технологию GPS, система Vicos CTmobile является основой для оптимального управления подвижным составом и отслеживания его местоположения. Возможности применения интегрированного блока для сбора, обработки и передачи информации Vicos CTmobile расширяются применением беспроводных датчиков Vicos CTsensor. Эти датчики предоставляют информацию о состоянии подвижного состава и грузов. Интеллектуальная система фильтрации следит за тем, чтобы только важная для вас информация передавалась и сохранялась на сервер Vicos CTcentral. Накопленные данные сервер Vicos CTcentral позволяет отобразить в веб-браузере.

Рис.1. Датчик V icos CTsensor

Ключевые особенности системы:

• отслеживание подвижного состава с помощью системы GPS (Global Positioning System – Система глобального позиционирования) как основа для контроля и оптимального управления вагонным парком;

• передача данных через существующую сеть GSM (Global System for Mobile Communications - Глобальная система для мобильной связи) в виде сообщений SMS (Short Message Service – Служба коротких сообщений) или через GPRS-соединение (General Packet Radio Service - Пакетная радиосвязь общего пользования);

• оценка событий в зависимости от времени и места;

• запись и архивирование данных от датчиков;

• непрерывный мониторинг состояния подвижного состава и грузов;

• контроль графика перемещения и местоположения единиц подвижного состава с фильтрами событий и возможностью конфигурации местоположения и времени;

• циклическая передача данных о состоянии подвижного состава (конфигурация времени цикла);

• управляемая временем передача данных о состоянии подвижного состава (конфигурация времени передачи);

• управляемая событиями передача данных о состоянии подвижного состава (конфигурация списка событий);

• перспективность благодаря возможности дистанционного обновления управляющей микропрограммы блока Vicos CTmobile по GPRS.

Отслеживание местоположения подвижных объектов Vicos CTmobile

Предоставьте своим клиентам оперативную информацию о задержках в движении грузов, которые Vicos CTmobile обнаруживает во время отслеживания местоположения контролируемых объектов. Кроме того, обнаруживая ненужные простои, система позволяет оптимизировать оборот единиц подвижного состава [3].

Графики движения подвижного состава хранятся на сервере Vicos CTcentral (возможен импорт существующих графиков) и передаются в блоки Vicos CTmobile через сеть GSM.

Интеллектуальные блоки Vicos CTmobile проверяют текущий режим работы транспорта на соответствие графику движения. При обнаружении любых отклонений от графика выдается соответствующее предупреждение.

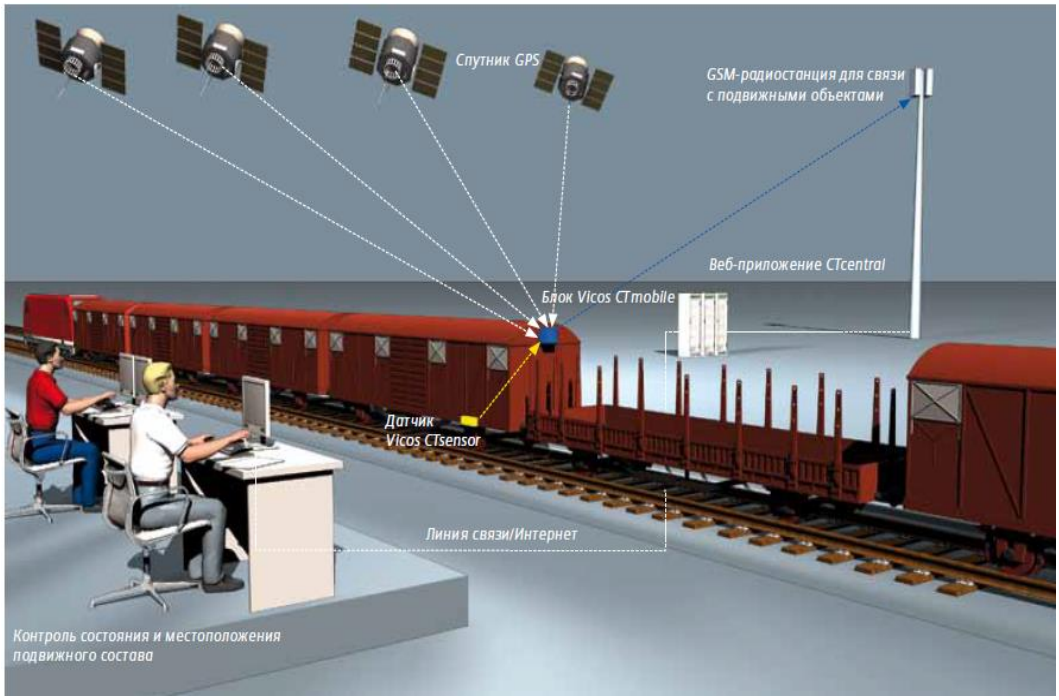


Рис.2. Обзор системы и принцип работы

Преимущества системы Vicos CTmobile:

• гибкость в использовании благодаря дистанционно загружаемым графикам движения;

• конфигурируемые предельные отклонения от графика по времени с учетом возможных незначительных опозданий или опережений в движении грузового транспорта;

• конфигурируемые предельные отклонения от графика по местоположению: допустимые перемещения с учетом положения поезда на станции;

• незамедлительное получение информации об отклонениях от графика движения подвижного состава (вагон не находится в заданном месте в заданное время);

• минимальные затраты на связь: информация о подвижном составе передается только при возникновении отклонений от графика. При необходимости можно изменить настройки оповещений непосредственно в процессе перевозки;

• контроль состояния подвижного состава с помощью датчиков Vicos CTsensor.

Управление и визуализация Vicos CTcentral

Vicos CTcentral представляет собой концентратор данных, где вся информация о состоянии подвижного состава накапливается, сохраняется в базе данных и обрабатывается для отображения через веб-интерфейс. Вы можете использовать Vicos

CTcentral для:

• управления и конфигурации блоков Vicos CTmobile;

• управления беспроводными датчиками Vicos CTsensor и настройки их предельных значений;

• управления профилями пользователей и правами доступа;

• отображения местоположения подвижного состава;

• оценки полученных данных о состоянии контролируемых объектов;

• проектирования, передачи и управления графиками движения и планами местоположения подвижного состава;

• включения в графики движения и местоположения подвижного состава новых станций, загрузки новых контрольных точек и т.д.

Конфигурация блоков Vicos CTmobile выполняется как по отдельности, так и группами. В процессе конфигурации можно настроить циклический контроль местоположения подвижного состава с интервалом от шести минут до 24 часов. Также можно задать предельные значения для датчиков Vicos CTsensor. Доступ к веб приложению Vicos CTcentral осуществляется в зашифрованной форме через Интернет, непосредственно из вашего веб-браузера. Пакет дополнительного программного обеспечения для вашего компьютера не требуется [4].

Выводы. Таким образом, интегрированная система обработки и передачи информации Vicos CTmobile незамедлительно предоставляет вам данные об отклонении от графика движения и местоположения контролируемых объектов, а в комбинации с датчиками Vicos CTsensor в любое время предлагает поминутный обзор состояния парка подвижного состава.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Кудрявцев В.А. Управление движением на железнодорожном транспорте. С.-Петербург: ПГУПС, 2000.

[2] Е.Д. Атамкулов, К.К. Жангаскин Железнодорожный транспорт Казахстана: Реструктизация и пути интеграции в мировую экономику. Алматы. Том I-III. 2003-2005.

[3] Лецкий В. И., Панкратов В. В. Информационные технологии на железнодорожном транспорте. М.: Транспорт, 2009.

[4] Тулупов Л.П., Лецкий Э.К. Управление и информационные технологии на железнодорожном транспорте. М.: Маршрут, 2005. — 467 с.

Альтаева Ж.Ж., Битилеуова З.К., Немасипова А.Н., Исина Б.М.

Темір жолда жоғары ақпараттық технологияларды пайдалану

Түйіндеме. Мақалада желілік жерсеріктік радионавигациялық жүйелер үшін деректерді алу туралы ауытқу қозғалысының кестесі және орналасқан жерін бақыланатын объектілер сипатталған.

Түйін сөздер: желісі, спутник, радионавигация, координаттары, мониторинг

УДК 656.212

T.A. Abzaliyev, J.Zh. Altayeva, G.V. Muratbekova, A.N. Nemasipova
(KazATK named after M. Tynyshpayev, Almaty, Republic of Kazakhstan
E-mail: zhanar1009@mail.ru)

OPTIMIZATION OF TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF OPERATION OF A STATION AND PARAMETERS FREIGHT TRAINS

Abstract. In the process of functioning of the railway station included a large number of elements that are in developed relationships. The qualitative and quantitative characteristics of these connections are affected by: input train flow parameters, track development capacity, number of shunting and humping locomotives, various number of technical inspection teams in reception and departure parks, location of main parks, degree of mechanization and automation of the technological process, etc.

The article considers the influence of the technical and technological parameters of the station on the parameters of freight trains and reveals the relationship between them and the features of the technology of the station for processing trains of increased mass and length.

Key words: train flow, car flow, technical and technological parameters, processing capacity of the station, freight train

Т.А. Абзалиева, Ж.Ж. Альтаева, Г.В. Муратбекова, А.Н. Немасипова
(КазАТК им. М. Тынышпаева, Алматы, Республика Казахстан
E-mail: zhanar1009@mail.ru)

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ СТАНЦИИ И ПАРАМЕТРОВ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ

Аннотация. В процесс функционирования железнодорожной станции включено большое количество элементов, находящихся в развитых связях. На качественные и количественные характеристики этих связей влияют: параметры входного поездопотока, емкость путевого развития, количество маневровых и горочных локомотивов, различное число бригад технического осмотра в приемо-отправочных парках, расположение основных парков, степень механизации и автоматизации технологического процесса и т.д.

В статье рассмотрены влияния технико-технологических параметров станции на параметры грузовых поездов и выявление зависимости между ними и особенности технологии работы станции по обработке поездов повышенной массы и длины.

Ключевые слова: поездопоток, вагонопоток, технические и технологические параметры, перерабатывающая способность станции, грузовой поезд.

Введение. Для обеспечения более качественного уровня переработки вагоно- и поездопотоков на станции требуется выбор оптимальных параметров путем моделирования ее работы. При оптимизации технико-технологических параметров работы рассматривают, как правило, три параметра: время, ресурсы и технические характеристики. В работе станций одним из определяющих является один параметр – время. При этом на другие параметры могут накладываться определенные ограничения. Исходя из этих предпосылок, оптимизация технологических параметров работы станции может осуществляться по нескольким этапам [1].

Первый этап – оптимизация продолжительности выполнения технических операций, ритмов работы, а, следовательно, и общего простоя вагонов на всех элементах станции при наличии имеющихся ресурсов (рабочей силы, маневровых средств, технических устройств и путевого развития). Этот этап предусматривает внедрение известных организационных мероприятий и ликвидацию выявленных нарушений технологического процесса. Второй этап – одновременная оптимизация простоя перерабатываемых вагонов и ресурсов.

При этом рассматриваются мероприятия как организационного, так и технического порядка, направленные на ликвидацию имеющихся нарушений технологического процесса и его совершенствование (определение оптимального числа маневровых локомотивов, бригад, вагонов в угловых передачах и др.).

Таким образом, при моделировании работы станции необходим поиск оптимальных или близких к ним решений с установлением экономически обоснованных межоперационных перерывов при наименьших эксплуатационных расходах. Т.е. при решении задач по оптимизации технико-технологических параметров работы станции необходимо определить уровень простоя вагонов и обеспечить его выполнение при наиболее выгодных условиях, с учетом наложенных на систему ограничений, таких как существующая неравномерность движения, наличие технических средств и путевого развития [1,2].

Методы. Влияние всего комплекса технических и технологических параметров на показатели работы станции можно представить в виде структуры:

$$C = \{П_{ТЕХ}; П_{ТЕХНОЛ}\} \tag{1}$$

где $П_{ТЕХ}; П_{ТЕХНОЛ}$ – совокупность технических и технологических параметров работы станции соответственно, при этом:

$$П_{ТЕХ} = \{П_1^{тех}; П_2^{тех}; П_3^{тех} ... П_N^{тех}\} \tag{2}$$

где $П_1^{тех}; П_2^{тех}; П_3^{тех} ... П_N^{тех}$ – технические параметры работы станций: количество и емкость приемо-отправочных путей, примыкание подходов и железнодорожных путей необщего пользования, размеры станционной площадки, расположение основных парков и т.д.

$$П_{ТЕХНОЛ} = \{П_1^{технол}; П_2^{технол}; П_3^{технол} ... П_M^{технол}\} \tag{3}$$

где $П_1^{технол}; П_2^{технол}; П_3^{технол} ... П_M^{технол}$ – технологические параметры работы станций: количество маневровых и горочных локомотивов, количество бригад ПТО, последовательность и продолжительность выполнения операций и т.д.

Все технические и технологические параметры можно разделить на «управляемые» и «неуправляемые» (рисунок 1).

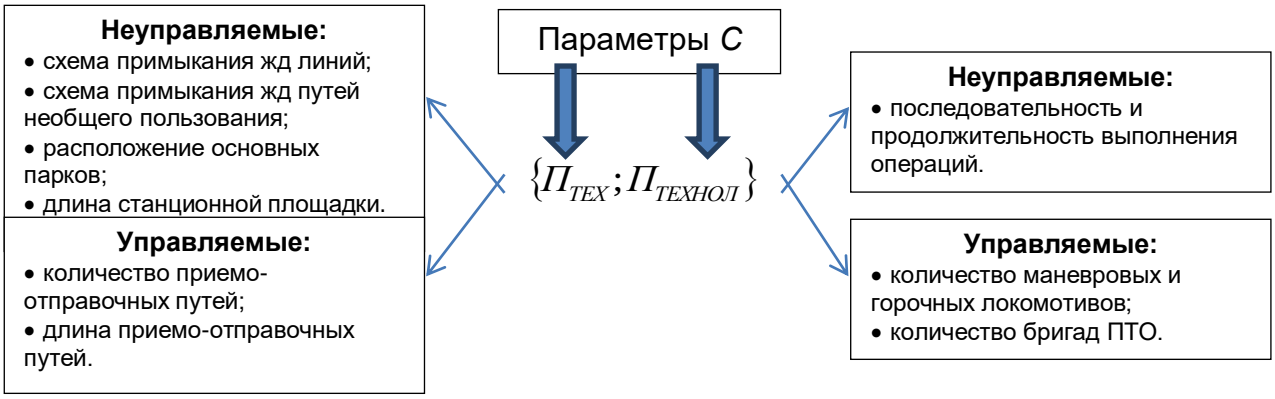


Рис.1. Схема распределения параметров работы станций

Значения «управляемых» параметров могут быть изменены лицом, принимающим решения (ЛПР или соответствующим органом) в пределах определенных сроков времени (квартал, год): ввод дополнительных бригад ПТО, ввод дополнительного маневрового или горочного локомотива, строительство дополнительных путей, удлинение путей и т.д. «Неуправляемые» параметры не могут быть изменены в значительной степени в связи со сложившимися обстоятельствами: ограничение длины станционной площадки местными условиями, расположение основных парков, схема примыкания железнодорожных линий и путей необщего пользования, последовательность и продолжительность выполнения операций и т.д. Необходимо отметить, что в некоторых случаях в связи с местными условиями «управляемые» параметры, количество и длина приемо-отправочных путей, становятся «неуправляемыми» и не могут быть изменены. Технологические параметры, последовательность и продолжительность выполнения операций являются «неуправляемыми» при существующем техническом и технологическом оснащении [2].

Важно отметить, что разделение параметров на «управляемые» и «неуправляемые» является условным, поскольку взаимосвязь между ними динамична. Поэтому выбор оптимального соотношения технических и технологических параметров ЛПР может кардинально различаться в некоторых случаях.

Для увеличения пропускной и перерабатывающей способности железнодорожной станции в густонаселенном городе особое затруднение возникает при строительстве дополнительных технических средств. Поскольку нет места для расширения, необходимы огромные инвестиции из-за сносов существующих зданий и сооружений, выноса инженерных сетей и коммуникаций и т. д.

Оптимальным решением является увеличение штата работников ПТО, количества горочных и маневровых локомотивов при условии достаточной пропускной способности горловин.

Меры для увеличения перерабатывающей способности станции в малонаселенном регионе будут кардинально отличаться.

Ввод дополнительного квалифицированного штата работников на станции требует организации вахтового способа доставки работников. А для

этого необходимо построить общежитие, прачечную и т. д. В этом случае каждый работник требует существенных капитальных затрат на благоустройство помимо заработной платы и доставки к месту работы и обратно.

Сложные современные экономические условия, в которых работает казахстанская железная дорога, необходимость использования ресурсосберегающих технологий требуют поиска методов снижения транспортных расходов, как на стадии планирования перевозочного процесса, так и в период его реализации. Одним из таких способов является оптимизация задачи выбора главных параметров грузовых поездов – массы и длины движения при заданном типе локомотива и длине станционных приемоотправочных путей.

Результаты и обсуждение. В общей проблеме оптимизации перевозочного процесса выбор оптимальных значений норм массы и длины занимает ведущее место. От их уровня в значительной мере зависят основные эксплуатационные и экономические показатели перевозок. Нормы массы и длины, заложенные в график движения, оказывают непосредственное влияние на среднюю массу, размеры движения и скорость поездов, и, следовательно, на потребные парки вагонов и локомотивов, количество локомотивных бригад, расходы топлива или электроэнергии на тягу поездов. С массой и

длиной грузовых поездов также связаны уровни наличной провозной и пропускной способности. Повышение массы и длины улучшает перечисленные эксплуатационные, экономические и технические показатели [3].

В свою очередь, параметры грузовых поездов ограничиваются мощностью локомотивов, длиной станционных путей, прочностью автосцепки, конструкцией и техническим состоянием верхнего строения пути и искусственных сооружений, планом и профилем пути, конструкцией вагонов, типом устройств автоматики и телемеханики и т.п.

Параметры грузовых поездов во многом зависят от структуры грузопотоков и их корреспонденций. В практических условиях организации перевозок поезда различаются номенклатурой перевозимых грузов, в связи с чем, они имеют неодинаковые погонные нагрузки, и, как следствие, – разные значения массы и длины.

Этот важный фактор также должен учитываться при установлении оптимальных норм массы и длины поездов. Его влияние сказывается в том, что часть поездов, сформированных из вагонов с легкими грузами, будет ограничиваться длиной станционных приемо-отправочных путей, т.е. эти поезда будут полносоставными, но не полновесными.

Их масса будет меньше установленной оптимальной величины. Другая же часть поездов, в которых перевозятся тяжелые грузы (как правило, массовые грузы), будет ограничиваться силой тяги локомотива.

Их масса будет равна установленной оптимальной норме, а длина таких поездов – меньше чем позволяет длина приемо-отправочных путей. Следовательно, эта часть поездов будет относиться к категориям полновесных, но не полносоставных.

Норма массы, устанавливаемая графиком движения, является лишь максимальным ограничением возможной массы поезда, чаще всего по условиям силы тяги локомотива, длины станционных путей или унификации массы по участкам. Доля поездов, масса которых соответствует устанавливаемой графиковой норме, на многих направлениях сети дороги не превышает 50–60 %, остальные поезда, хотя в основном полносоставные, но имеют массу ниже нормы. В то же время ходовая скорость по условиям параллельного графика устанавливается в нем одинаковой для всех видов грузовых поездов, независимо от их массы. Из этого следует, что у значительной части поездов (полносоставных, но не полновесных), сила тяги локомотива недоиспользуется [4].

Ее резервы могут быть направлены на повышение скорости движения, т.е. на ускорение оборота вагонов, локомотивов и сокращение времени работы локомотивных бригад.

Железнодорожная система (станция, участок, направление), на которой решается задача выбора оптимальной массы и длины поездов, рассматривается как сложная техническая система, характеризуемая параметрами используемых локомотивов, вагонов, профиля пути, станционных устройств, системы электроснабжения, устройств СЦБ и связи, локомотивного и вагонного хозяйств и др.

Параметры могут иметь ограничения: диапазон допустимых значений для непрерывных параметров и совокупность допустимых значений для дискретных параметров. Например, непрерывно изменяющийся параметр «масса состава» имеет диапазон допустимых значений от нуля (резервный локомотив) до величины, ограниченной либо силой тяги локомотива, либо полезной длиной приемо-отправочных путей; дискретно изменяющийся параметр «полезная длина приемо-отправочных путей» имеет совокупность допустимых значений 850, 1050 и 1250 м и т.д.

Параметры можно разделить на независимые и зависимые. Независимые параметры выбираются специалистом, ведущим выбор оптимальных норм. Зависимые параметры определяются с помощью уравнений, связывающих независимые и зависимые параметры (уравнения связи).

Например, если в качестве независимых параметров выбрать полезную длину приемо-отправочных путей $l_п$, длину локомотива $l_л$ и погонную нагрузку на 1 м пути *P*, то зависимый параметр масса состава *Q*, как функция $l_п$ и $l_л$ определится из уравнения:

$$Q = P(l_п - l_л - 10), \text{ т} \tag{4}$$

где 10 – резерв длины пути, учитывающий неточность установки поезда, в границах полезной длины, м

Зависимых параметров может быть столько, сколько имеется уравнений связи в задаче. Параметрами цели в рассматриваемой задаче являются размеры движения поездов, которые могут быть реализованы при оптимальных значениях массы и длины. Параметры системы (станции, участка или направления), от которых зависят параметры цели, являются существенными.

Следовательно, при выборе оптимальных значений массы и длины одним из важных моментов является выделение всех существенных параметров железнодорожной системы и установление функциональных зависимостей между ними и параметрами цели.

К существенным параметрам, оказывающим то или иное влияние на определение норм массы и длины грузовых поездов, можно отнести следующие:

– структуру (распределение) поездопотоков по нагрузке, приходящейся на один погонный метр пути;

– полезную длину приемоотправочных путей на станциях участка;

– параметры заданного локомотива в виде тяговой характеристики, его длины и расчетной массы, конструкционной скорости, расчетных сил нажатия тормозных колодок локомотива и др.;

– расчетный подъем на участке для заданного типа локомотива;

– тип верхнего строения пути на участке;

– продольный профиль пути с указанием осей станций, длины отдельных элементов и их уклонов, параметров кривых участков пути;

– структуру вагонного парка (доля 4-, 6- и 8-осных вагонов) на рассматриваемом участке (направлении);

– максимально допускаемые скорости движения поездов, определяемые состоянием пути, искусственных сооружений и подвижного состава;

– количество главных путей на перегонах;

– основные расчетные параметры плана формирования грузовых поездов;

– средства сигнализации и связи по движению поездов;

– основные технологические нормативы для разработки графика движения поездов, схемы обслуживания поездов локомотивами и локомотивными бригадами, а также сведения о размещении основных и оборотных локомотивных депо, ПТО и других технических устройств на участке;

– сведения об особенностях построения графика движения поездов на железнодорожном участке;

– объем грузовых перевозок и корреспонденцию вагонопотоков, а также размеры движения пассажирских поездов и скорости их движения;

– стоимость основных фондов и эксплуатационные расходы на измерители работы;

– стоимость перевозимых грузов и допускаемые сроки их доставки;

– повышенный размер тарифных ставок при выборе нормы массы ускоренных поездов, которые готов оплатить грузоотправитель;

– уровень потребной провозной и пропускной способности.

Выводы. Перечисленные существенные параметры системы не только оказывают непосредственное влияние на массу, длину и скорость движения поездов, но многие из них взаимосвязаны между собой.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Жардемов Б.Б. Формирование и развитие структур железнодорожных станций и узлов (методы исследования и оценки). – М.: МИИТ, 1999. – 150 с.

[2] Исингарин Н.К. Железные дороги Казахстана. Реформы. 1991 – 2007. – Алматы: Экономтрансконсалтинг, 2007. – 660 с.

[3] Котельников С.С. Оптимизация технических и технологических параметров железнодорожных станций: автореф. дис. … канд. техн. наук. – Иркутск, 2012. –18 с.

[4] Котельников С.С. Алгоритм решения проблемной задачи соответствия технических и технологических параметров работы железнодорожных станций. //Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – Иркутск, 2011. –№4(32). – С. 228–231.

[5] Сарбаев С.Ш. Рациональное использование технических средств и сокращение времени накопления вагонов на станциях. //Материалы международной научно-практической конференции «Наука и инновации на железнодорожном транспорте». – Алматы, 2007. – С. 130–132.

Абзалиева Т.А., Альтаева Ж.Ж., Муратбекова Г.В., Немасипова А.Н.

Станция жұмысының техникалық-технологиялық параметрлерін және жүк поездарының параметрлерін оңтайландыру

Түйіндеме. Қалыптасу үрдісіне темір жол станциялары қосылған үлкен саны элементтердің дамыған байланыстар. Сапалық және сандық сипаттамалары осы байланыстардың әсер етеді: параметрлері кіріс поездопотока, сыйымдылығы жол дамуы, саны, маневрлік және дөңестік локомотивтер, әр түрлі саны бригадаларының техникалық байқаудан қабылдау-жөнелту парктерінде, орналасуы, негізгі парктер дәрежесі, механикаландыру және автоматтандыру технологиялық процесс және т. б.

Мақалада ықпал ету техника-технологиялық параметрлерін станциясының параметрлері жүк поездарының анықтау және олардың арасындағы тәуелділікті және ерекшеліктері, станциясы жұмысының технологиясы бойынша өңдеу поездар жоғары салмақты және ұзындығы сипатталған.

Түйін сөздер: поездағын, вагонағын, техникалық және технологиялық параметрлері, өңдеу қабілеті станциялары, жүк пойызы.

УДК 656.222.1

K.S. Kaspakbayev, R.S. Ustemirova, A.P. Karpov
(Kazakh University of Ways of Communications, Almaty, Kazakhstan, raigul_1980@mail.ru)

PROSPECTS FOR THE INTRODUCTION OF HIGH-SPEED TRAFFIC IN KAZAKHSTAN

Abstract. In a market economy, one of the main requirements for railway market participants is quality, reliability and speed, and to meet these requirements, high-speed and reliable logistics routes are necessary. The organization of high-speed traffic in the Republic of Kazakhstan is an innovative step in the development of railway transport. Prospects for the development of railway transport in Kazakhstan involve the formation of an extensive transport infrastructure and the construction of new high-speed roads, as well as improving the condition of existing roads in order to increase their speed regime

The task of increasing the speed of passenger trains should be considered in conjunction with the task of eliminating the shortage of capacity and carrying capacity. Given these conditions, a promising direction is the creation of dedicated lines for the organization of high-speed passenger traffic, and accelerated movement of freight trains-high-speed highways.

Key words: the train speeds, curves, stations, rolling stock throughput and capacity, high-speed highways

К.С. Каспакбаев, Р.С. Устемирова, А.П. Карпов
(Казахский университет путей сообщения, г. Алматы, raigul_1980@mail.ru)

ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ В КАЗАХСТАНЕ

Аннотация. В условиях рыночной экономики одними из основных требований, предъявляемых к участникам железнодорожного рынка, являются качество, надежность и скорость, а для обеспечения этих требований необходимы скоростные и надежные логистические маршруты. Организация скоростного движения в Республике Казахстан – это инновационный шаг в развитии железнодорожного транспорта. Перспективы развития железнодорожного транспорта в Казахстане предполагают формирование разветвленной транспортной инфраструктуры и строительство новых скоростных дорог, а также улучшение состояния действующих дорог с тем, чтобы увеличивать их скоростной режим

Задачу увеличения скоростей движения пассажирских поездов необходимо рассматривать совместно с задачей ликвидации дефицита пропускной и провозной способности. Учитывая эти условия, перспективным направлением является создание выделенных линий для организации высокоскоростного движения пассажирских, и ускоренного движения грузовых поездов – высокоскоростных магистралей.

Ключевые слова: Повышение скоростей поездов, кривые участки, подвижной состав, пропускная и провозная способность, высокоскоростные магистрали.

Введение. Современное состояние и перспективы развития инфраструктурных отраслей, в том числе железнодорожного транспорта, стимулирует рост экономики регионов, повышает интерес и мобильность населения, способствует развитию высоких технологий. В качестве одного из эффективных инструментов реализации инновационного развития стран может стать организация высокоскоростного железнодорожного движения пассажирских поездов.

Повышение скоростей движения пассажирских поездов обеспечивает улучшение транспортного обслуживания. На повышение скоростей движения оказывает география заселения территории страны, населенность городов и расстояние между пассажирообразующими узлами. Расширение производственных связей, деловой активности сказывается на потребности в поездах, и здесь повышение скоростей движения поездов должно сыграть решающую роль в экономии времени нахождения пассажиров в пути, которая, в конечном итоге принесет экономический эффект.

На основе требований комфортности пассажира и обеспечения безопасности движения поездов был выработан Европейский стандарт высокоскоростных железных дорог (ВСМ), конструктивная скорость на всех ВСМ принята равной 350 км/час. Поскольку затраты энергии на перемещение скоростного поезда пропорциональный квадрату скорости и с энергетической точки зрения нецелесообразно. Поезд, состоящий из восьми пассажирских вагонов. Требует тяговой мощности 16-17 тыс.кВт.

Методы. При строительстве ВСМ непременным условием ставится нулевой (или близкий к нему) профиль пути (без подъемов и спусков), а в плане железнодорожная колея не должна иметь кривых радиусом менее 4000 метров. При ограниченном свободном пространстве строители ВСМ в Европе вынуждены использовать многочисленные тоннели, которые не только удорожают строительство, но и создают сложности в эксплуатации ВСМ. Железнодорожная высокоскоростная магистраль с обеих сторон должна быть ограждена сеткой, а в районе населенного пункта заградительной (шумозащитной) стенкой высотой 4 метра. Пересечение ВСМ должно быть только в разных уровнях. Никаких переездов и переходов в плоскости ВСМ не предусмотрено. Для снижения энергозатрат на тягу поезда и улучшения динамики взаимодействия подвижного состава и пути, рельсовая колея ВСМ только бесстыкового исполнения, это тем более важно для климатических условий Казахстана. Практика эксплуатации ВСМ показала, что использование отдельного локомотива для тяги высокоскоростного пассажирского поезда является неэффективной. Сосредоточение большой мощности в одной тяговой единице (до 8-10 тыс кВт) увеличивает вес локомотива, а следовательно, ухудшает динамическое воздействие его на путь. В этом случае осевая нагрузка локомотива не может быть меньше 20-21 тонны, чтобы обеспечить достаточную тягу на ограниченном числе осей, а единичная мощность тягового электродвигателя должна быть 1200-1400 квт, что затрудняет его размещение в ограниченных габаритах экипажной части локомотива. Поэтому в настоящее время для вождения высокоскоростных поездов применяется распределенная тяга, когда в поезде половина вагонов обмоторены, т.е. снабжены тяговыми двигателями (электропоезд) [1].

Рассредоточение тягового оборудования по всем вагонам позволяет обеспечить достаточную суммарную тягу поезда и снизить нагрузку на ось на 25%, доведя ее до 12 тонн на ось. Использование легких (дюраль) металлов для изготовления вагонов позволило фирме Alstom (Франция) довести осевую нагрузку до 11 тонн на ось. Уменьшается мощность каждого тягового электродвигателя, в настоящее время она стабилизировалась на отметке 350 кВт на один тяговый (асинхронный) электродвигатель, что составляет суммарную тяговую мощность на двухвагонную секцию (350*4) 1400 кВт. Число мест для пассажиров каждом вагоне может быть до 110 мест (220 пассажиров на двухвагонную секцию), каждая двухвагонная секция может эксплуатироваться автономно, поэтому в зависимости от потребности пассажиропотока имеется возможность оперативно варьировать длиной высокоскоростного поезда.

Международные нормативные требования определяют среднюю (крейсерскую) скорость ($У_о$) высокоскоростного поезда на 15 % меньше конструктивной, поэтому при известном расстоянии Ц между пунктами ВСМ время движения определяется при конструктивной скорости $У_к$= 350 км/ч как:

$$t_0 = \frac{L_0 \cdot 1{,}15}{350} = \frac{L_0}{V_0} \quad (1)$$

где L_0- расстояние (в км.) между пунктами ВСМ;

V_0 – конструктивная (км/час) скорость движения высокоскоростного поезда между пунктами ВСМ.

Разработка подвижного состава для высокоскоростного движения относится к категории наиболее капиталоемких и технически сложных конструкторских работ. Высокоскоростные поезда, рассчитанные на движение со скоростью 250 км/ч., сейчас самостоятельно выпускают лишь семь стран: Япония, Франция, Германия, Италия, Канада, Китай и Швеция.

В рамках государственного визита Президента Республики Казахстан Нурсултана Назарбаева в Китайскую Народную Республику 22 февраля 2011 года в Пекине состоялось подписание меморандума о сотрудничестве в области строительства высокоскоростной железной дороги Астана-Алматы между АО «НК «ҚТЖ» и Министерством железных дорог КНР.

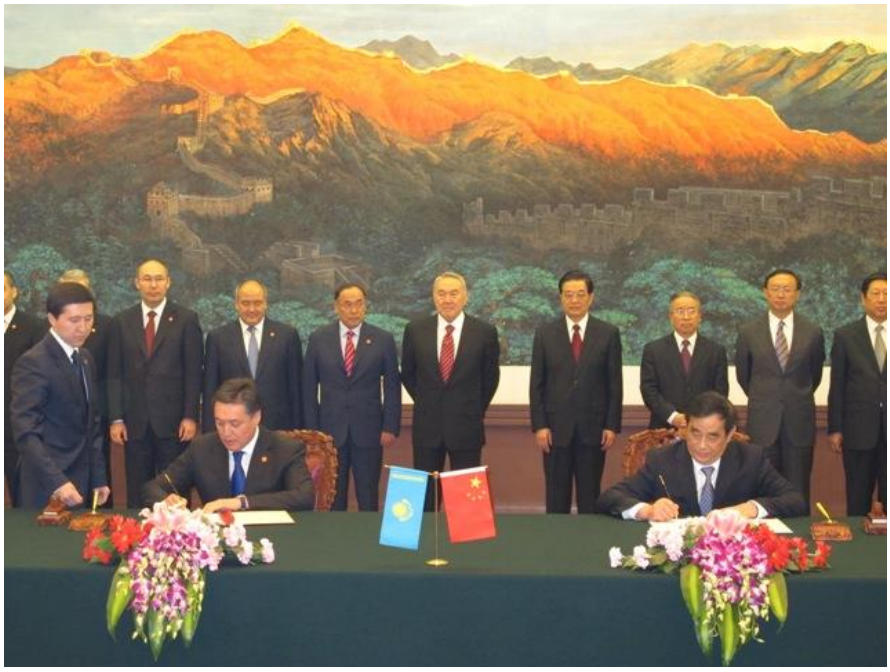


Рис. 1 Подписание меморандума о сотрудничестве в области строительства высокоскоростной железной дороги Астана-Алматы между АО «НК «ҚТЖ» и Министерством железных дорог КНР

Меморандум отражает намерения сторон совместно разработать технико-экономическое обоснование проекта строительства высокоскоростной железнодорожной линии между городами Астана и Алматы.

В рамках государственного визита Президента РК в КНР состоялась презентация проекта строительства высокоскоростной железнодорожной магистрали Астана -Алматы. Предполагается, что общая протяженность контактной сети с учетом промежуточных станции в городах Караганды и Балхаш -2730 км., а скорость состава превысит 350 км/ч. Президент АО «НК «ҚТЖ» Аскар Мамин в ходе презентации проекта сообщил, что в ходе проведенных исследований были рассмотрены различные маршруты прохождения скоростной магистрали.

Предполагается построить новую ВСМ, по опыту зарубежных магистралей ВСМ, соединяющую напрямую две столицы Астана -Алматы. Учитывая зарубежный опыт такое строительство вполне осуществимо.

Учитывая возможный пассажиропоток, ВСМ может быть однопутной с удлинёнными двухпутными вставками, которые необходимо иметь в месте плановой остановки высокоскоростного поезда. Для удобства пассажиров необходимо иметь два электропоезда, которые за сутки будут иметь два круга каждый и при 8-вагонном исполнении ежесуточно перевозить 2·2·8·110=3520 человек в одном направлении, что вполне обеспечит существующую потребность. Суточный объем пассажирами составит 3520·2=7040 пассажиров.

Для надежного сообщения между двумя столицами Казахстана (Астана- Алматы) в 2003 году был запущен скорый пассажирский поезд № 1 / 2, состоящий из пассажирских вагонов, производства испанской фирмы «Talgo». Высказывались различные оценки этого мероприятия. Последующие годы эксплуатации доказали, что такой поезд необходим для деловых людей и востребован. Свидетельством тому является полная ежедневная распродажа всех билетов на этот поезд.

Данный поезд имеет значительные конструктивные отличия от ранее нами эксплуатируемых пассажирских вагонов: под вагонами нет привычных нам двухосных тележек, рессорное

подвешивание – пневматическое, дисковые тормоза. Но самым главным отличием является облегченный кузов (из алюминиевого сплава) с подвеской на пневморессорах вверху.

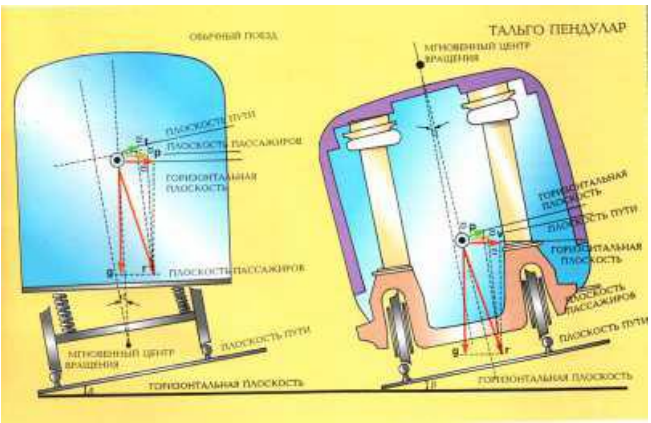


Рис. 2 Облегченный кузов вагона (из алюминиевого сплава) с подвеской на пневморессорах вверху

Такая конструкция позволяет частично компенсировать непогашенные ускорения состава при движении его в кривых, которых на участке Астана-Алматы длиной 1311 км 669 штук, в их числе 381 кривая радиусом R≤600 м. даже такая конструкция вагонов позволила сократить время следования поезда между столицами только до 13 часов, на некоторых участках испытания определили скорость не более 80 и даже 70 км/час, таких участков (км) насчитывается 87. Предельная скорость была определена 40 км/час, которая из-за большого количества кривых малого радиуса могла быть реализована не очень ограниченном расстоянии. Кроме того, поезд предназначен для эксплуатации на бесстыковом пути, а на эксплуатируемом участке такового насчитывается не более 25 % от всего расстояния. При движении поезда по звеньевому пути теряется его комфортабельность для пассажиров и резко возрастают отказы колес вагонов.

Для вождения пассажирских поездов «Тулпар» сообщением Алматы- Астана, скорость которого, в настоящее время, на отдельных участках составляет 130-135 км/час, были приобретены испанские вагоны «Talgo», а локомотив – это KZ-4a, изготовленный в КНР по техническим условиям АО «НК «ҚТЖ». Реализация конструкционной скорости электровоза, которая составляет -200 км/час, не представляется возможным по состоянию железнодорожного пути.

В Испании пассажирские поезда с вагонами «Talgo» со своими локомотивами обращаются со скорость до 350 км/час. Для этого там уложены отдельно пути для скоростного движения.

Поэтому нам необходима модернизация существующего пути, а в перспективе строительство нового с укладкой рельсов бесстыкового исполнения. Скоростное пассажирское движение призвано изыскать возможность и найти пути решения новых конструктивных и технологических решении для железных дорог АО «НК «ҚТЖ».

Проблема оценки взаимодействия пути для скоростного движения и новых типов подвижного состава для железных дорог страны весьма актуальна [2].

В 2001 году АО «НК «ҚТЖ» объявило тендер на приобретение пассажирских электровозов класса SBB. Тендер выиграл электровозостроительный завод из КНР Чжучжоуский локомотивостроительный завод «CSR Zhuzhou Electric Locomotive Ltd». 5 ноября в Чжэнчжоу между сторонами был подписан договор о производстве трёх электровозов, общей стоимостью 9 миллионов 378 тысяч долларов США.

Данный локомотив схож, в целом, с серией DJ: DJ, DJ1, DJ2 «Olympic Star» и DJJ2 «China Star», и другими электроподвижными составами переменного тока AC; каждая тележка оснащена инверторами GTO VVVF типа TEP28WG04, который работает только с системой контроля Zhuzhou The TEC02 Computer Control System.

Эти электровозы используются в тяге испанских высокоскоростных поездов Talgo 200 между Астаной и Алматы.

Первый локомотив был выпущен с конвейера 12 марта 2004 года, и, концу марта, вместе с двумя другими локомотивами, прибыли в Казахстан. 18 июля испытания были завершены, 22 июля началась эксплуатация электровозов.

Рис. 3 Локомотив KZ4A

Таблица 1. **Технические параметры локомотив KZ4A**

Страна постройки	Китай
Завод	Чжучжоуский локомотивостроительный завод
Годы постройки	Август 2004 - 2016
Всего построено	27, в том числе: KZ4A — 5 KZ4AC — 22
Род службы	пассажирский
Род тока и напряжение в контактной сети	переменный, 25 кВ, 50 Гц
Осевая формула	(2_O-2_O)
Полный служебный вес	85,5 т
Нагрузка от движущих осей на рельсы	21,4 тс
Длина локомотива	20 030 мм
Ширина	3100 мм
Максимальная высота	4 640 мм (при опущенном токоприёмнике)
Диаметр колёс	1 250 мм, безбандажные
Наименьший радиус проходимых кривых	125 м
Ширина колеи	1520 мм
Система регулирования	Тиристорно-импульсная (тяговый преобразователь на IGBT транзисторах)
Подвешивание ТЭД	Опорно-рамное
Часовая мощность ТЭД	4 800 кВт
Сила тяги часового режима	26,9 тс, (264 кН)
Скорость часового режима	84 км/ч
Длительная мощность ТЭД	4 680 кВт
Сила тяги длительного режима	не менее 21 тс, (206 кН)
Скорость длительного режима	84 км/ч
Конструкционная скорость	200 км/ч
Электрическое торможение	рекуперативное (4000 кВт)
Передаточное число	μ=3,91 (тяговый редуктор 90/23)
Расчетная сила тяга	206 000 Н
Сила при трогании с места	264 000 Н
Расчетная масса	82 т
Нагрузка на ось	20,5 т/ось
Число тормозных осей	4
Сила нажатия колодок на ось	21,5 тс

На железных дорогах Казахстана, в связи с переносом столицы, возникла острая необходимость скоростных пассажирских сообщении между г. Алматы и г. Астана. При чем время года по требованию АО «НК «ҚТЖ» должно быть минимальным.

Имеющийся парк пассажирских вагонов не может справится с поставленной задачей и поэтому было решено проработать вопрос об использовании пассажирских вагонов «Talgo», обладающих повышенными комфортом и уровнем безопасности, а также являющихся более экономичными и конкурентоспособными по сравнению с другими видами транспорта [3].

АО «НК «ҚТЖ» поручило ВНИИЖТ МПС РФ проведение испытаний поезда «Talgo» в условиях казахстанских железных дорог.

Фирма «Talgo» в 60-годы запатентовала систему пассивного наклона кузова вагона, представляющую собой наиболее простое решение проблемы увеличения скорости прохождения кривых и на классических железнодорожных линиях без их переустройства и без ухудшения комфорта пассажиров.

Пассажирские вагоны «Talgo», обладают целым рядом преимуществ перед другими вагонами, а именно:

- хорошими динамическими качествами и повышенным комфортом особенно при прохождении кривых участков пути, за счет применения пассивной системы наклона кузова вагона. Основанной на маятниковом эффекте;

- пониженными величинами износов колес, за счет применения независимого вращения колес и радиальной установки колесных блоков в кривых;

-наличие автоматической системы перехода с одной колеи на другую и обратно;

- автономной системой жизнеобеспечения;

- централизованной системой контроля и управления системами и узлами вагонов в поезде.

Поэтому необходимо установить, будут ли вагоны поезда «Talgo» обладать высокими технико-экономическими характеристиками в условиях реальной эксплуатации железных дорог Казахстана и удовлетворять важнейшим показателям нормативам СНГ [4].

Результаты. Регулярная эксплуатация пассажирских поездов «Talgo» даст возможность казахстанским специалистам использовать опыт фирмы по техническому обслуживанию систем и узлов вагонов, с применением систем диагностирования и централизованного контроля за параметрами и характеристиками.

В июле 2000 года были проведены производственные испытания по определению минимального времени в пути на участке Алматы-Астана поезда испанской фирмы «Talgo» с локомотивами ТЭП-70 в условиях эксплуатации с соблюдением условии безопасности движения [5].

Рис.2 ТЭП70 — магистральный пассажирский шестисотый тепловоз

Таблица 2. **Технические параметры локомотив ТЭП70**

	ТЭП70 первого выпуска	ТЭП70 второго выпуска	ТЭП70БС	ТЭП70У
Общие данные				
Род службы	пассажирский			
Осевая формула	3-3			
Сцепная масса (т)	1,29	135		
Масса с 2/3 запаса топлива и песка (т)	129			
Нагрузка на ось (т)	21.5	22.5		
Конструкционная скорость (км/ч)	160			
Минимальный радиус кривых (м)	125			
КПД (%)	32.5			
Длительный режим				
Сила тяги (кгс)	17000			
Скорость (км/ч)	50	48		
Касательная мощность (л.с.)	3145	3020		
Конструкция				
Конструкция кузова	несущая			
Электрический тормоз	нет	реостатный		
Тормозная мощность (кВт)		3200		
Контроллер машиниста	КВ-1552			
Кол-во позиций контроллера	15			
Запас топлива (кг)	6000			
Запас воды (кг)	1480	1170	1134	
Запас масла (кг)	1430	1000 - 1300	1000	
Запас песка (кг)	800	600		
Длина по осям автосцепок (мм)	20470	21700		
Ширина кузова (мм)		3086		
Высота (мм)	5080	4975		
Ходовая часть				
Передаточное число редуктора	3.12			
Тяговые электродвигатели	ЭД-119	ЭД-121А	ЭДУ -133Р УХЛ1	
Подвешивание ТЭД	опорно-рамное			
Привод движущих колёсных пар	индивидуальный			
Тип тягового привода	Альстом	с поводковыми муфтами		
Тележки	бесчелюстные			
Диаметр колёс (мм)	1220			
Силовая установка				
Дизель	2А-5Д49			
Дизель-генератор	2А-9ДГ		2А-9ДГ-01	2А-9ДГ-02
Номинальная мощность (л.с.)	4000		4000	4080
Тип передачи	электрическая переменно-постоянного тока			
Генератор	ГС-504А	ГС-501А		
Мощность генератора (кВт)	2750	2800	2750	

	ЭД-119
Масса (кг)	3250
Номинальное напряжение (В)	500
Максимальная частота вращения якоря (об/мин)	2320
Номинальная мощность (кВт)	411
При токе (А)	900
И частоте вращения якоря (об/мин)	750
	ЭД-121А
Масса (кг)	2950
Номинальное напряжение (В)	542
Максимальная частота вращения якоря (об/мин)	2320
Номинальная мощность (кВт)	413
При токе (А)	830
И частоте вращения якоря (об/мин)	704

Обсуждение. Задачей исследования являлось определение динамических характеристик вагонов фирмы «Talgo» и тепловоза ТЭП-70 и по их результатам дать заявление о возможности безопасной эксплуатации поезда «Talgo» в условиях железных дорог Казахстана. Опытный поезд формировался из тепловоза ТЭП-70, вагон лаборатории КТЖ№07172026 и пяти вагонов поезда «Talgo». Тепловоз и вагон-лаборатория КТЖ соответствовали требованиям инструкции для скоростей движения до 16 км/час. Ходовые испытания проводились на участке Алматы-Астана согласно утвержденным программам, содержащим методику определения и оценки динамических качеств вагонов и уровня силового воздействия на путь вагонов при движении поезда по кривым различного радиуса с величинами непогашенных ускорении, достигающих 1 м/с^2.

ЛИТЕРАТУРА

[1] «О вводе в эксплуатацию пассажирского поезда «Астана - Экспресс». Приказ №536-Ц от 46.10.2001г. РГП «Қазақстан темір жолы», Астана, 2001г.

[2] Каспакбаев К.С., Токмурзина Н.А. «Об организации высокоскоростного движения в Казахстане». Материалы научно-практической конференции КазАТК «Проблемы и перспективы подвижного состава в Республике Казахстан». Алматы, 1998г., с. 7-12.

[3] Каспакбаев К.С., Баташов С. И., Токмурзина Н.А. «Выбор типа электровоза для высокоскоростного сообщения Республики Казахстан». Алматы, 2002 г с. 12-19.

[4] Парамзин В.П. Ночной экспресс «Астана - Алматы». Магистраль, 2000г.

[5] Жунусов Б и др. «Тальго» - результат положительный. Магистраль. 2001 г. №1.

Каспакбаев К.С., Устемирова Р.С., Карпов А.П.

Қазақстанда жоғары жылдамдықты қозғалысты енгізу перспективалары

Аңдатпа. Нарықтық экономика жағдайында темір жол нарығының қатысушыларына қойылатын негізгі талаптардың бірі сапа, сенімділік және жылдамдық болып табылады, ал осы талаптарды қамтамасыз ету үшін жылдам және сенімді логистикалық бағыттар қажет. Қазақстан Республикасында жүрдек қозғалысты ұйымдастыру – бұл темір жол көлігін дамытудағы инновациялық қадам. Қазақстанда темір жол көлігін дамыту перспективалары тармақталған көлік инфрақұрылымын қалыптастыруды және жаңа жүрдек жолдарды салуды, сондай-ақ олардың жылдамдық режимін арттыру үшін қолданыстағы жолдардың жай-күйін жақсартуды болжайды

Жолаушылар поездары қозғалысының жылдамдығын арттыру міндетін өткізу және тасымалдау қабілетінің тапшылығын жою міндетімен бірлесіп қарау қажет. Осы жағдайларды ескере отырып, жолаушылар мен жүк поездарының жедел қозғалысын ұйымдастыру үшін бөлінген желілер – жоғары жылдамдықты магистральдар құру перспективалы бағыт болып табылады.

Түйін сөздер: поездардың қозғалыс жылдамдығы, қисықты учаскілер, жылжымалы құрам, өткізу және тасымалдау қабілеті, жылдамдығы жоғары магистральдер.

УДК 625.033.38

K.S. Kaspakbayev, R.S. Ustemirova, A.P. Karpov
(Kazakh University of Ways of Communications, Almaty, Kazakhstan, raigul_1980@mail.ru)

THE EFFECT OF THE PATH STATE FOR THE MAINTENANCE OF THE SUBGRADE OF THE TRACK

Abstract. The article deals with the regularities of disorders of the railway track as a result of interaction with the rolling stock. The state of the ballast layer and the roadbed, as well as the elasticity of the sub-rail base, are taken into account.

The main task of the current maintenance of the track is to ensure safe and uninterrupted movement of trains without reducing the set speeds of trains due to the condition of the track and structures. The current content of the path consists in constant supervision and monitoring of the state of the path in order to establish compliance with its standards and tolerances, as well as prevention and Troubleshooting, ensuring long service life of all elements of the path and structures

Key words: path, track, ballast, base, rolling stock, modulus of elasticity, track width.

К.С. Каспакбаев, Р.С. Устемирова, А.П. Карпов
(Казахский университет путей сообщения, г. Алматы, raigul_1980@mail.ru)

ВЛИЯНИЕ СОСТОЯНИЯ ПУТИ НА СОДЕРЖАНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА РЕЛЬСОВОЙ КОЛЕИ

Аннотация. В статье рассматриваются закономерности расстройств рельсовой колеи железнодорожного пути, в результате взаимодействия с подвижным составом. Учитываются состояние балластного слоя и земляного полотна, а также упругость подрельсового основания.

Основной задачей текущего содержания пути является обеспечение безопасного и бесперебойного движения поездов без снижения установленных скоростей движения поездов из-за состояния пути и сооружений. Текущее содержание пути заключается в постоянном надзоре и контроле за состоянием пути с целью установки соответствия его нормативам и допускам, а также предупреждении и устранении неисправностей, обеспечении длительных сроков службы всех элементов пути и сооружений.

Ключевые слова: путь, колея, балласт, основание, подвижной состав, модуль упругости, ширина колеи.

Введение. Основой железнодорожного транспорта является железнодорожный путь. Основополагающим направлением в сокращении затрат путевого хозяйства является создание конструкции пути, обеспечивающий долговременную стабильность и низкую интенсивность накопления неисправностей.

Особенностью железных дорог Казахстана является то, что высокие скорости движения пассажирских поездов необходимо реализовать на эксплуатируемых путях, где совершаются и грузовые перевозки, что требует специальной подготовки пути, как земляного полотна, так и верхнего строения пути.

С середины 1950-х годов уделялось большое внимание развитию железнодорожного сообщения с Китайской Народной Республикой.

В 1959 году построен железнодорожный участок Актогай-Дружба (Достык). В 1956-1960 года с казахстанской и китайской стороны велось строительство магистралей призванных эффективно соединить железные дороги двух стран.

Работы возобновились после советско-китайских соглашений в 1988 году. Произошедшая 1990 году стыковка железных дорог образовала пограничный переход, соединяющий казахстанскую станцию Дружа (Достык) с китайской станцией Алашанькоу.

Через год по нему было открыто движение грузовых поездов – заработал Северный коридор Трансазиатской железнодорожной магистрали. Соответственно, началось развитие перегрузочных мощностей приграничной станции Дружба (Достык).

Предварительно вождение поездов на участке Актогай- Бесколь осуществлялось локомотивными бригадами депо Актогай (ТЧ-44) при паровозной тяге. Алматинское отделение Казахской железной дороги простиралось от станции Отар до станции Актогай, далее станция Дружба (Достык). Верхнее строение пути состояло из рельсов Р50, звеньевой путь по 25 метров, с деревянными шпалами. Соединение накладок с рельсом происходило с помощью костылей.

В настоящее время на новом участке Жетыген-Корос, Актогай-Достык уложены рельсы Р65 на железобетонных шпалах.

Методы. Особенное влияние на пространственное положение рельсошпальной решетки пути оказывает состояние балластного слоя и земляного полотна. Если при это учесть, что в результате износа рельсошпальной решетки пути оказывает состояние балластного слоя и земляного полотна, в результате износа рельсошпальной решетки пути не претерпевает больших изменений в пространстве, то можно считать, что основной причиной больших расстройств является изменение несущей способности подшпального основания.

При движении поезда по железнодорожному пути подрельсовое основание периодически находится в динамическом силовом поле. При этом, как показывают результаты многих исследований, элементы верхнего строения пути колеблются с широким спектром частот, а в среде подшпального основания распространяются волны напряжений. Это очень важное явление во взаимодействии пути и подвижного состава которое влияет на перевозочный процесс в целом.

Изучение закономерностей расстройства рельсовой колеи железнодорожного пути является актуальной проблемой, так как эти закономерности служат основой безопасности движения поездов и мерой эксплуатационных расходов на содержание пути в неисправном состоянии [1].

В целях получения ответа на вопрос о влиянии волнового процесса на работу пути сначала рассматриваются поведение шпалы под воздействием, изменяющейся во времени нагрузки.

Вследствие осадки рельсошпальной решетки, а также неупругих сопротивлений подшпальное основание в сечение пути при наезде колеса испытывает изменяющуюся во времени нагрузку и, следовательно, находиться в переменном напряженном поле.

Пусть в момент t_0 в результате влияния, например, незначительной неровности на рельсе шпала получила от рельса (подкладки) импульс силы. Принимаем, что в любой момент нагруженный подвижной нагрузкой рельс имеет обычную форму изогнутой балки, лежащей на упругом основании.

После воздействия импульса на верхнюю поверхность шпалы вниз по толще последней устремится ударная волна со скоростью:

$$\alpha_{\text{шп}} = \sqrt{\frac{E_{0\,\text{шп}}}{\rho_{\text{шп}}}} \tag{1}$$

где $\rho_{\text{шп}}$ – плотность среды шпалы, кгс2 /м2;
$E_{0\,\text{шп}}$ – модуль упругости материала шпалы, Па.

Здесь сделано допущение, что вертикальная деформация шпалы происходит без возможного ее бокового расширения.

Так как нагрузка на данную шпалу при движении не прекращается, а наоборот, возрастает, то за фронтом волны будет отмечаться сплошное смещение частиц среды со ε.

За время $\tau = \frac{\alpha_{\text{шп}}}{h_{\text{шп}}}$ пробега фронта сплошной волны от верха шпалы до подошвы верхняя плоскость шпалы сместится на величину:

$$\varepsilon = \theta h_{\text{шп}} = \frac{\tau h_{\text{шп}}}{E_{0\,\text{шп}}} \tag{2}$$

где $\theta = \frac{\tau}{E_{\text{шп}}}$ – основательная упругая деформация.
$h_{\text{шп}}$ -высота шпалы, м;
$\tau -$ напряжение в шпале за фронтом проходящей волны, Па.

В настоящее время ведутся исследования по определению динамического воздействия сочетаний отступлений плана и профиля на плавность движения поездов, на появление новых неисправностей, а также по установлению характеристик взаимодействия рельсошпальной решетки с подшпальным основанием [2].

Особенное влияние на пространственное положение рельсошпальной решетки пути оказывает состояние балластного слоя и земляного полотна. Если при этом учесть, что в результате износа рельсошпальной решетки путь не претерпевает больших изменений в пространстве то можно

считать, что основной причиной больших расстройств является изменение несущей способности подшпального основания.

По вопросу колебания пути в результате воздействия подвижной нагрузки и распространения упругих волн в подрельсовом основании проведены важные исследования. Особое внимание в них уделено влиянию колебаний в элементах пути на накопление остаточных деформаций. Эти колебания связываются с резонансными колебаниями необрессоренной массы подвижного состава и массы самого пути и балласта.

Возбудителями колебаний подвижного состава являются геометрические неровности пути и колес, переменные упруго диссипативные характеристики пути; воздействия, вызываемые работой основных агрегатов, со стороны состава, воздушной среды; случайные изменения характеристик подвешивания; управляющие воздействия [3].

Остановимся более подробно на учете воздействия пути. Значительная часть железнодорожного пути характеризуется наличием стыков, повторяющихся через вполне определенное расстояние (длина звеньевого пути на главных путях железных дорог Республики Казахстан L=25м). поэтому большинство моделей возмущений в своем составе имеют периодические компоненты.

При движении поезда по железнодорожному пути подрельсовое основание периодически находится в динамическом силовом поле. При этом, элементы верхнего строения пути колеблются с широким спектром частот, а в среде подшпального основания распространяются волны напряжений.

Так как напряжения в подшпальном основании имеют пульсирующий характер, при расчете остаточных деформаций подрельсового основания обычные расчетные характеристики компрессионной кривой, полученные в результате статического нагружения образцов грунта, уже не могут быть использованы. Для этих целей, по-видимому, необходимо применять только расчетные динамические характеристики, полученные, например, на динамических компрессионных установках, или те же характеристики, определяемые сейсмическим способом полевых исследований упругих свойств грунтов основанном на изменении скоростей распространения продольных и поперечных волн.

Особое влияние на пространственное положение рельсошпальной решетки пути оказывают состояние балластного слоя и земляного полотна. Если при этом учесть, что в результате износа рельсошпальной решетки путь не претерпевает больших изменении в пространстве, то можно считать, что основной причиной больших расстройств является изменение несущей способности подшпального основания.

Согласно правилам расчета пути на прочность состояния подрельсового основания характеризует модулем упругости U [4]. Так как подрельсовае основание можно представить многослойным (прокладка, шпала, балластный слой, земляное полотно), то жесткость основания зависит от жесткости каждого слоя. Наиболее изменчивая упругость (неравноупругость) в общем многослойном основании свойственно балластному слою, поэтому его неравномерная по длине упругость [5] определяет упругость подрельсового основания и всего пути. Неравноупругость является следствием неравномерного уплотнения зернистого балластного слоя в процессе как ремонта пути, так и воздействие на путь подвижного состава [6].

По вопросу о происхождении остаточной деформации балластного слоя и земляного полотна проведено много исследовании и выдвинуто большое число гипотез.

Результаты. При исследовании земляного полотна было обнаружено очень важное явление, заключающееся в том, что с ростом частоты и скорости приложения нагрузки на основание увеличиваются его деформации. Наряду с этим при нагрузках, превышающих предел упругости грунта наибольшее его деформации, происходят при меньших скоростях движения поездов.

По вопросу колебаний пути в результате воздействия подвижной нагрузки и распространения упругих волн в подрельсовом основании проведены важные исследования. Особое внимание в ней уделено влиянию колебании в элементах пути накопления остаточных деформации. Эти колебания связываются с резонансными колебаниями необрессоренной массы подвижного состава и массы самого пути.

Экспериментально доказано,это в элементах железнодорожного пути при взаимодействии его с подвижным составом отмечается спектр колебании с широким интервалом частот.

Рост скоростей движения поездов приводит к увеличению амплитуд колебании грунта и практически не влияет на их частоту и что в грунте насыпи, вблизи рельсошпальной решетки, наблюдаются более высокие частоты.

Вертикальные нормальные напряжения, возникающие в земляном полотне, уменьшаются по глубине, начиная от уровня основной площадки по экспоненциальному закону. При этом показано, что чем быстрее перемещается нагрузка через данное сечение пути, тем на меньшую глубину проникает ее влияние. По указанному же закону уменьшается величина амплитуды колебании грунта по глубине насыпи, что еще раз указывает на то, что в земляном полотне распространяется упругие волны напряжения.

Обсуждение. Таким образом вытекают следующие основные особенности работы железнодорожного пути действием подвижного состава:

- расстройства геометрии рельсовой колеи являются следствием неравномерных остаточных осадок подшпального основания;
- распространение напряжений в подшпальном оснований подвижной нагрузки имеют волновую природу;
- в элементах пути при воздействии на него подвижной нагрузки возникают колебания более высокой частоты, чем основной тон колебании самого пути и неподрессоренной части подвижного состава;
- напряжения от динамического воздействия подвижной нагрузки уменьшается по глубине подшпального основания по экспоненциальному закону;
- величины максимальных остаточных деформации слоев подшпального основания зависит от начальной пористости среды, величины воздействующей сжимающей силы и физико-механических свойств среды, слагающей основание;
- остаточные деформации подшпального основания в условиях вибраций происходят практически при любых величинах нагрузок.

Указанные особенности работы пути под воздействием подвижной нагрузки могут служить в качестве основных предпосылок при дальнейшей разработке методики расчета подшпального основания железнодорожного пути.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бельтюков В. П. Выбор оптимальной конструкции пути в зависимости от стоимости жизненного цикла // Проблемы взаимодействия пути и подвижного состава: Труды межд. научно-практ. конф. (Днепропетровск; 18-19 сентября 2013 г.). - Днепропетровск (Украина): ДИИТ, 2013. - С. 60-61;

[2] Повышение эффективности работы железнодорожного пути в условиях Сибири и Казахстана: Межвуз. сб. науч. тр. / НИИЖТ. -Новосибирск, 1983. - 188 с

[3] Курган, Д.М. Моделирование взаимодействия пути и подвижного состава с учетом времени прогиба подрельсового основания / Д.М. Курган // Проектирование развития региональной сети железных дорог: сб. науч. тр. / под ред. В.С. Шварцфельда – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2015. – Вып. 3. – С. 167–175.

[4] Мелентьев Л.П. Об оптимальном соотношении механических свойств элементов верхнего строения пути // Труды ЦНИИ МПС. 1973. Вып.501. – с.56-61.

[5] Альбрехт В.Г., Куликовский Б.С. О модуле упругости подрельсового основания вдоль оси пути // Вестник ВНИИЖТ. 1971 №7. – с.21-25.

[6] Попов С.Н. Балластный слой железнодорожного пути. М. Транспорт, 1965.-34с.

Каспакбаев К.С., Устемирова Р.С., Карпов А.П.

Жер төсемінің рельс жолтабанына жол жағдайының әсері

Аңдатпа. Мақалада жылжымалы құраммен өзара әрекеттесу нәтижесінде темір жолдың рельстік жол табанының бұзылу заңдылықтары қарастырылады. Балластты қабаттың және жер төсемінің жай-күйі, сондай-ақ рельс астындағы негіздің серпімділігі ескеріледі.

Жолды ағымдағы күтіп ұстаудың негізгі міндеті жол мен құрылыстардың жай-күйіне байланысты поездар қозғалысының белгіленген жылдамдығын төмендетпей поездардың қауіпсіз және үздіксіз қозғалысын қамтамасыз ету болып табылады. Жолды ағымдағы күтіп ұстау оның нормативтері мен рұқсаттарына сәйкестігін орнату, сондай-ақ ақаулардың алдын алу және жою, жол мен құрылыстардың барлық элементтерінің ұзақ қызмет ету мерзімдерін қамтамасыз ету мақсатында жолдың жай-күйін үнемі қадағалау және бақылау болып табылады.

Түйін сөздер: жол, жолтабан, балласт, негіз, жылжымалы құрам, серпімділік модулі, жолтабан ені.

УДК 53.06:535.215, 621.383

P.A. Nesterenkov, L.A. Nesterenkova
(al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan,
E-mail: nesnerenkova@gmail.com)

CONVERSION OF SOLAR ENERGY BY Λ - SHAPED PHOTOVOLTAIC MODULES

Abstract. Methods for improving the efficiency of converting solar radiation into linear photovoltaic modules of a new type with concentrators are considered. Cooled silicon solar cells on the front walls generate electrical energy for the charge system of chemical batteries, and thermal energy transmitted through the channel walls to the coolant. An analytical expression is obtained for determining the optical concentration of the system when placing flat mirrors on a supporting structure along a virtual parabolic surface. A method for calculating heat losses by radiation in cooled Λ - shaped photovoltaic modules is presented. It is shown that the total heat loss is ≈37% less than the heat loss in the known V-shaped photovoltaic modules.

Keywords: photocells, optical concentrator, sun tracking system, photovoltaic modules, heat exchanger, circulation system, cogeneration unit.

П.А. Нестеренков, Л.А.Нестеренкова
(Казахский Национальный университет имени аль-Фараби; Республика Казахстан, Алматы
e-mail: nesnerenkova@gmail.com)

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ Λ - ОБРАЗНЫМИ ФОТОМОДУЛЯМИ

Аннотация. Рассмотрены способы улучшения эффективности преобразования солнечного излучения линейными фотомодулями нового типа с концентраторами. Охлаждаемые кремниевые фотоэлементы на фронтальных стенках вырабатывают электрическую энергию, поступающую в систему заряда химических аккумуляторов, и тепловую энергию, передаваемую через стенки каналов теплоносителю. Получено аналитическое выражение для определения оптической концентрации системы при размещении плоских зеркал на несущей конструкции вдоль виртуальной параболической поверхности. Представлена методика расчета тепловых потерь излучением в охлаждаемых Λ - образных фотомодулях. Показано, что суммарные тепловые потери меньше на ≈ 37 % по сравнению с тепловыми потерями в известных V - образных фотомодулях.

Ключевые слова: фотоэлементы, оптический концентратор, система слежения за солнцем, фотомодуль, теплообменник, циркуляционная система, когенерационная установка

ВВЕДЕНИЕ Когенерационные установки на основе трехпереходных фотоэлементов InGaAs с концентрацией солнца более 400 крат, вырабатывающие одновременно электрическую и тепловую энергию, не получили широкого распространения из-за дефицита редкоземельных элементов и высокой стоимости концентраторов с системой слежения за солнцем [1]. Более перспективными для распределенной солнечной энергетики являются установки с малой концентрацией солнца и кремниевыми фотоэлементами с небольшим внутренним последовательным сопротивлением. Coventry в 2005 при 30 кратной концентрации солнечного излучения получил электрическую и тепловую мощность с соотношением ≈ 11/57 при температуре теплоносителя ≈ 65^0C [2]. В установке Cogenra Solar (США) с десятикратной концентрацией излучения на линейных фотомодулях (ФМ) получена удельная мощность по электричеству ≈ 99 Вт/м^2 и теплу ≈ 498 Вт/м^2 [3]. Кремниевые фотоэлементы, работающие в режиме интенсивной когенерации, преобразуют в электричество ≈ 18 % солнечной энергии, а остальная часть превращается в тепловую энергию теплоносителя.

В данной работе представлены способы повышения эффективности преобразования солнечной энергии с применением относительно дешевых рыночных фотоэлементов типа Maxeon и снижения тепловых потерь излучением и конвекцией с фронтальных стенок линейных ФМ.

МЕТОДЫ

Оптическая система. Солнечные концентраторы оцениваются с помощью трех технических параметров: зеркального отражения K_r, пропускания K_d, характеризующего оптические потери при прохождении света через стекла зеркал и защитных ограждений, и геометрического коэффициента концентрации K_g. Производство концентраторов постоянно совершенствуется за счет использования новых материалов и технологий. Для разработчиков когенерационных установок сегодня рынок

предлагает зеркала с коэффициентом отражения ≈ 0,95 [4,5]. В промышленных установках используются параболические зеркала и термические стекла для фотоэлементов толщиной более ≈ 4 мм, из-за чего теряется до ≈ 8 % солнечной энергии [6]. Концентраторы из плоских зеркал создают более равномерную фокусировку отраженного солнечного излучения на массиве фотоэлементов, проще в изготовлении и монтаже [7]. В Λ - образных ФМ необходимость в защитных термических стеклах на фронтальных стенках отпадает. С переходом на тонкие зеркала и устранением защитных толстых ограждений на фотоэлементах мы значительно увеличили коэффициент пропускания солнечного излучения в оптической системе до ≈ 0,96. С целью создания модели расчета оптической концентрации совместим проекции центров фронтальных стенок с фокусами параболических поверхностей, вдоль которых размещены зеркала. Направим ось X через их вершины, ось Y через центры фронтальных стенок, а ось Z вдоль оси вращения несущей конструкции. На Рис. 1. представлена оптическая схема отражения лучей и фотография одного из вариантов солнечного концентратора.

По определению типа математической кривой координаты точек параболы удовлетворяют уравнению: $x^2 = 4 \cdot f \cdot y$, где f – величина фокуса, т.е. расстояние от вершины параболы до центра фронтальной стенки - точки F[8].

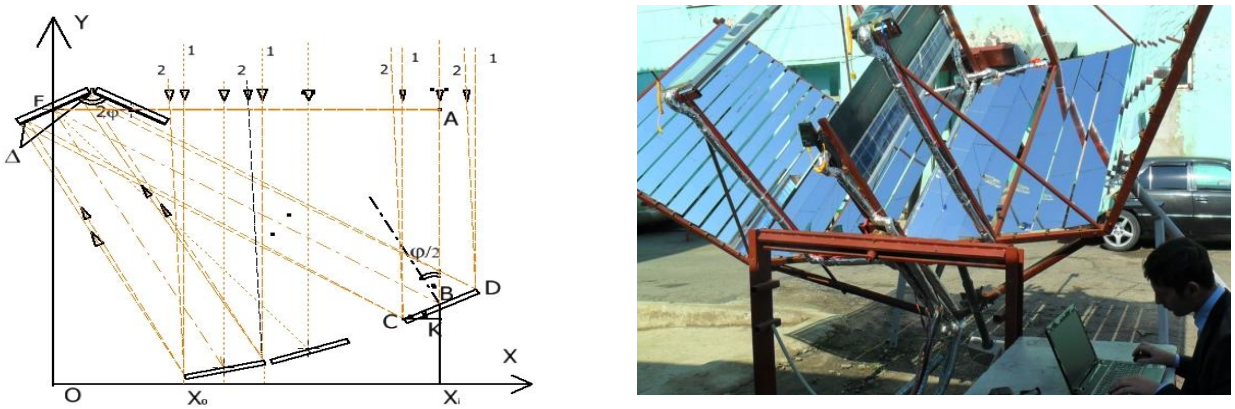


Рис. 1. Оптическая схема и лабораторная установка с фотомодулями

Обозначим смещение солнечных лучей в период останова следящей за солнцем несущей конструкции δ_0, ширину зеркал b_Z, расстояние между ними δ, а координаты их центров X_i и Y_i. Соединим линию фокуса F с центрами зеркал. В соответствии с законами геометрической оптики угол падения лучей $\frac{\varphi_i}{2}$ равен углу отражения, и проекции фронтальных стенок и зеркал на ось X равны: $X_0 = \frac{3 \cdot b}{2} \cdot \sin\varphi + \delta_0$ и $\Delta X_i = b_Z \cdot \cos\frac{\varphi_i}{2}$.

По определению парабола является геометрическим местом точек, равноудаленных от ее фокуса, откуда имеем уравнение: $FB = f + Y_i$. Второе уравнение получаем из треугольника ABF: $f - Y_i = FB \cdot \cos\varphi_i$. Из системы двух уравнений получаем координаты центра i–того зеркала: $X_i = 2 \cdot f \cdot tg\frac{\varphi}{2}$, $Y_i = f \cdot tg^2\frac{\varphi}{2}$. Координаты последних зеркал находим из условия параллельности отраженных лучей и фронтальных стенок при $\varphi_N = \varphi$: $X_N = 2 \cdot f \cdot tg\frac{\varphi}{2}$ и $Y_N = f \cdot tg^2\frac{\varphi}{2}$, а геометрическая концентрация определяется из выражения:

$$Kg = \frac{b_Z \cdot \sum \cos\frac{\varphi_i}{2}}{b} = 2 \cdot \frac{f}{b} \cdot tg\frac{\varphi}{2} + \frac{b_Z}{2 \cdot b} \cdot \cos\frac{\varphi}{2} - \frac{3}{2} \cdot \sin\varphi - \frac{\delta \cdot (N-1)}{b} \quad (1)$$

Количество зеркал N зависит от угла φ и определяется из выражения $N \approx \frac{X_N}{b_Z \cdot \cos_{cp}\frac{\varphi_i}{2}}$. Из подобия треугольников ABM и BCK получаем соотношение: $\frac{\Delta Xi}{b_Z} = \frac{AB}{FB}$ и находим $\Delta Xi = b_Z \cdot \frac{f - Yi}{f + Yi} = b_Z \cdot \frac{4 \cdot f^2 - X_i^2}{4 \cdot f^2 + X_i^2}$. Расстояние центра первого зеркала от оси Y равно: $X_1 = X_0 + \frac{b_Z}{2} \cdot \cos\frac{\varphi_1}{2}$, второго зеркала:

$X_2 = X_0 + b_Z \cdot \cos\frac{\varphi_1}{2} + \delta + \frac{b_Z}{2} \cdot \cos\frac{\varphi_2}{2}$, и так далее. В итоге получаем уравнение для расчета координат центров зеркал оптического концентратора вдоль оси X:

$$X_i = X_0 + (i-1)\cdot\delta + b_Z \cdot \sum \cos\frac{\varphi_{i-1}}{2} + \frac{b_Z}{2}\cdot\cos\frac{\varphi_i}{2} \quad (2)$$

Последовательно вычисляя координаты Xi и проекции зеркал ΔXi, находим среднюю величину косинуса: $k_g = \cos_{cp}\frac{\varphi_i}{2} = \frac{\sum\cos\frac{\varphi_i}{2}}{N}$. В таблице 1 представлены результаты расчета количества зеркал концентратора и координат периферийного зеркала, а на Рис. 2 показаны графики геометрической концентрации для разных углов φ и фокусных расстояний f при b = 0,150 м, b_Z = 0,155 м, δ = 0,006 м.

Таблица 1. **Результаты расчета количества зеркал и координат периферийного зеркала**

φ, градусы	45	50	55	60
X_N, м	1,038	1,165	1,303	1,443
N, при f = 1,25 м	7	8	9	10
X_N, м	1,45	1,63	1,82	2,02
N, при f = 1,85м	11	12	13	14

Из таблицы и графиков видно, что при f ≈ 1,85 м и φ ≈ 50^0 число зеркал N = 12, а геометрическая концентрация достигает $K_g \approx 10{,}5$. Соответственно, оптическая концентрация равна: $C_{ок} \approx K_r \cdot K_d \cdot K_g \approx 0{,}94\cdot0{,}97\cdot10{,}5 \approx 9{,}6$. Меньшее число зеркал, чем в ближайшем аналоге - концентраторе установки Cogenra Solar, уменьшает парусность, повышает устойчивость при турбулентных ветрах, а также снижает удельную стоимость.

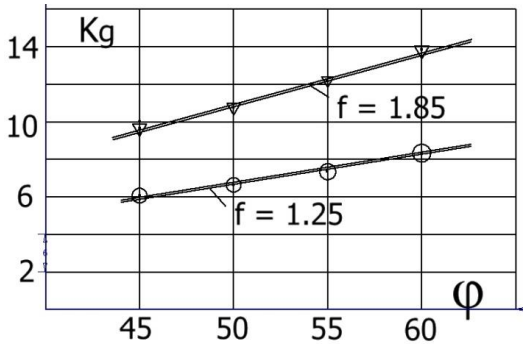


Рис. 2. Графики геометрической концентрации

Координаты зеркал, полученные с применением данной математической модели расчета, хорошо совпадают с координатами зеркал, полученными при разработке конструкции солнечного концентратора с помощью компьютерной программы Inventor 10 фирмы Autodesk. Выражения (1)-(2) являются простыми и удобными и использованы в инженерных расчетах при проектировании прототипа когенерационной установки [9]. Зеркала солнечного качества на рынке комплектующих сегодня можно приобрести за ≈ 17 $/м^2 [11].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Новый тип линейных фотомодулей. В известных аналогах фронтальные стенки с кремниевыми фотоэлементами обращены наружу в виде буквы V, поэтому ФМ теряют тепловую энергию излучением в интервале углов (0 - π). В наших ФМ фронтальные стенки обращены встречно друг другу и взаимно экранируют часть тепловой энергии [12]. При этом фотоэлементы всегда защищены от града стенками противоположного канала. Определим величину взаимного экранирования теплового излучения фронтальными стенками. В соответствии с законом Стефана – Больцмана тепловая энергия, излучаемая по нормали к поверхности тела равна $E_n = \frac{\varepsilon}{\pi}\cdot C_0\cdot(\frac{T}{100})^4$, где T - температура поверхности, ^{0}K; ε - коэффициент черноты излучения поверхности, $C_0 = 5{,}67\ \frac{Вт}{м^2\cdot K^4}$. На Рис. 3 показан Λ - образный ФМ в изометрии и по нормали к внешней стенке.

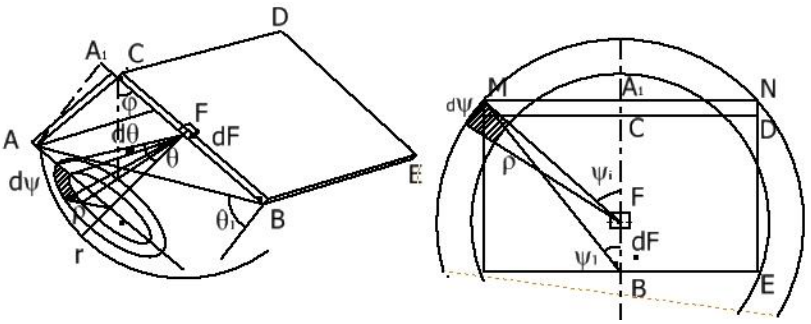


Рис. 3. Схема расчета тепловых потерь с фронтальных стенок ФМ

Для создания математической модели выделим в его сечении площадку dF, из которой направим конус теплового излучения, проходящего через точки M и N противоположной стенки. Площадка dF в соответствии с законом Ламберта излучает в направлении телесного угла d Ω тепловую энергию [13]:

$$d^2Q = En \cdot d\,\Omega \cdot cos\,\vartheta \cdot dF \tag{3}$$

В сферической системе координат поток излучения вырезает в сфере площадь четырехугольника dF_1, стороны которого равны: $r \cdot d\vartheta$ и $\rho \cdot d\psi = r \cdot \sin\vartheta \cdot d\psi$, где r - радиус сферы; ψ- угол долготы, а ϑ – полярный угол. Следовательно, телесный угол равен: $d\Omega = \frac{dF_1}{r^2} = \sin\vartheta \cdot d\varphi \cdot d\vartheta$. Подставляя его в (4), получим:

$$d^3Q = En \cdot dF \cdot sin\vartheta \cdot cos\,\vartheta \cdot d\psi \cdot d\vartheta \tag{4}$$

Проинтегрируем последнее выражение с учетом того, что экранирование теплового излучения фронтальными стенками начинается с угла $\vartheta = \vartheta_1$, а угол ψ изменяется от $-\psi_1$ до $+\psi_1$. В результате получим искомую величину экранируемого теплового излучения:

$$dQ_Э = \varepsilon \cdot E_n \cdot dF_1 \cdot \int_{-\psi_1}^{+\psi_1} d\psi \cdot \int_{\vartheta_1}^{\frac{\pi}{2}} sin\vartheta \cdot cos\,\vartheta \cdot d\vartheta = E_n \cdot dF \cdot \psi_1 \cdot cos^2\vartheta_1 \tag{5}$$

Расстояние между периферийными точками противоположных фронтальных стенок равно AB = 2 · b · sin φ, а $\vartheta_1 = \varphi$. Проекцию кромки AC на плоскость, которая является продолжением противоположной фронтальной стенки, находим из треугольника AA_1C: $x = -b \cdot \cos 2\varphi$. Из треугольника BA_1M имеем $\psi_1 = \mathrm{arctg}\,\frac{L}{2\cdot(b+x)} = \mathrm{arctg}\,\frac{L}{2\cdot b(1-\cos 2\varphi)}$. В известных V – образных ФМ тепловое излучение площадки в полупространство определяется выражением: $dQ_V = \pi \cdot dF \cdot E_n$ [14]. Вычтя из него величину экранированного излучения (5) и проинтегрировав полученное выражение по dF, получим:

$$Q_\Lambda = \pi \cdot E_n \cdot b \cdot L \cdot (1 - \frac{1}{b\cdot L}\int \frac{\psi_i}{\pi} \cdot cos\,2\varphi \cdot dF) \tag{6}$$

Поскольку распределение излучения вдоль длины стенок изменяется незначительно, то приближенно интегрирование по площади можно заменить на интегрирование только по одной координате. Разделим ширину стенки на равные площадки $\Delta F_i = \frac{b}{n} \cdot L$ с текущими координатами $b_i = BF = n_i \cdot \frac{b}{n}$, где n = 10, n_i меняется от 1 до 10. Согласно Рис. 2, угол $\psi_i = \mathrm{arctg}\,\frac{L}{2\cdot b\left(1-\cos 2\varphi - \frac{n_i}{n}\right)}$. Проведем следующие обозначения: AB - c, AF - d, сторона треугольника с текущей координатой BF - p, а углы при вершинах треугольника - соответственно A, B и $F = (\frac{\pi}{2} - A + \varphi)$. По теореме косинусов имеем: $d^2 = p^2 + c^2 - 2 \cdot p \cdot c \cdot \cos(\frac{\pi}{2} - \varphi)$. По теореме синусов имеем: $\sin A = \frac{p \cdot \sin(\frac{\pi}{2} - \varphi)}{d}$, откуда находим значение угла ϑ_i в радианах: $\vartheta_i = \varphi - \arcsin\frac{\frac{n_i}{n}\cdot\cos\varphi}{\sqrt{(\frac{n_i}{n})^2 + (\sin\varphi)^2\cdot(1+2\cdot\frac{n_i}{n})}}$. Заменяя интегрирование (6) суммированием, получим аналитическое выражение для определения теплового излучения с фронтальных стенок:

$$Q_\Lambda = \sum_1^n \Delta Q_i = \pi \cdot E_n \cdot 2 \cdot b \cdot L \cdot (1 - \sum_1^{10} \frac{\psi_i}{\pi \cdot n} \cdot cos^2 \vartheta_i) \quad (7)$$

Произведение перед скобкой равно величине теплового излучения в известных аналогах с площадью стенки b·L. Например, установленные последовательно ФМ с b · L ≈ 0,15 · 2,26 м^2 при средней температуре фотоэлементов в них 25^{0}С, 50^{0}С и 70^{0}С, теряют тепловую энергию соответственно: Q_V ≈ 496; 1048 и 1334 Вт. Величина в скобках учитывает степень взаимного экранирования фронтальных стенок в Λ - образных ФМ, и для φ = 55^0 составляет 0,73. Поэтому Λ - образные ФМ теряют значительно меньшую тепловую энергию: Q_Λ ≈ 0,73 · Q_V ≈ 362, 765 и 974 Вт. На Рис.4 показаны кривые теплового излучения прототипа Λ - образного ФМ с разным углом раскрытия фронтальных стенок.

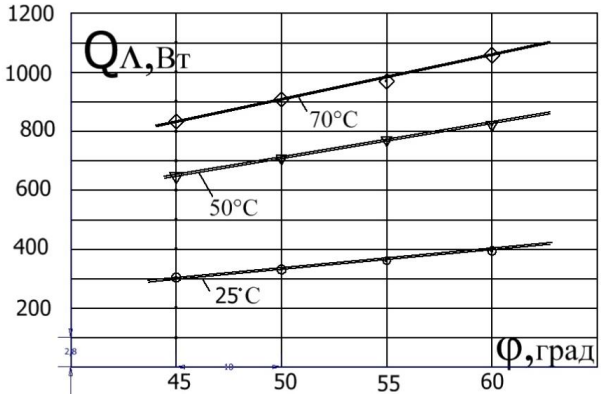


Рис. 4. Тепловое излучение Λ - образных ФМ

Из соотношения $\zeta_1 = \frac{Q_\Lambda}{QV} \approx (1 - \sum_1^{10} \frac{\psi_i}{\pi \cdot n} \cdot \cos^2 \vartheta_i)$ получаем фундаментальный вывод, что тепловые потери излучением в Λ - образных ФМ с углом раскрытия фронтальных стенок 2φ ≈ 110^0 меньше чем в известных V – образных на ≈ 27%.

Установленные под углом к горизонту горячие фронтальные стенки представляют собой желоб, вдоль которого поднимается и нагревается воздух, формируя защитный тепловой слой. Это второй физический фактор, снижающий конвективные тепловые потери примерно на ≈ 7 % [15].

Фронтальные стенки и поверхность теплообменников, расположенных в непосредственной близости от них, обмениваются тепловым излучением. Откуда получаем третий физический фактор, снижающий тепловые потери: $\zeta_3 \approx \frac{\varphi_1}{\varphi_2} \cdot \frac{(\frac{T_f}{100})4 - (\frac{T_T}{100})4}{(\frac{T_f}{100})4 - (\frac{T_0}{100})4}$, где φ_1 и φ_2 – угловые коэффициенты излучения, T_f, T_0 и T_T - температура фронтальных стенок, окружающей среды и поверхности теплообменников. Например, для $\varphi_1 \approx \varphi_2 \approx 0{,}7$, $T_f \approx 343$ К и $T_T \approx 310$ К тепловые потери снижаются в среднем на ≈ 3%. Теплообменники также нагревают зеркала, поэтому существует четвертый фактор снижения тепловых потерь ζ_4 ≈ 2%. Итак, за счет новых технических решений удалось снизить суммарную величину тепловых потерь в Λ - образных ФМ по сравнению с известными конструкциями на $\sum \zeta \approx 37$ %.

Напряжение в точке максимальной мощности на фотоэлементах Maxeon размером 0,125х0,041м равно ≈ 0,57В [16]. Откуда получаем количество фотоэлементов на стенках n ≈ 28/0.57 и габаритную длину канала ФМ: L ≈ n · 0,043 ≈ 2,16 м. С ростом температуры напряжение на фотоэлементах снижается на величину $\Delta U_j \approx k_U \cdot \Delta t_j$, где k_U ≈ 1,8 мВ/^{0}С - температурный коэффициент напряжения. Для компенсации потерь напряжения $U_T = \sum k_U \cdot \Delta t_j$ вводятся дополнительные фотоэлементы. Фотоэлементы последовательно соединяются с помощью медных проводников с увеличенным сечением. Эксперименты показывают, что температура теплоносителей повышается в каналах линейно на Δt ≈ 20 ^{0}С, при этом разность температуры вдоль пластин фотоэлементов не превышает ≈ $\frac{\Delta t}{50}$. В каждый последующий канал добавляются по два и три фотоэлемента, а габаритная длина остается небольшой: ≈ (n+2) · 0,043 и (n+3) · 0,43. Малые габариты ФМ упрощают технологию инкапсуляцию фотоэлементов, исчезает необходимость в применении вакуумных термических печей, что обеспечивает снижение себестоимости (know –how).

Контроллер трекера следит за тем, чтобы солнечное отражение всегда перекрывало массив фотоэлементов. Использование малой концентрации солнечного излучения позволило перейти на пошаговое слежение концентратора за солнцем, что значительно снизило стоимость системы. За каждый период останова сфокусированное зеркалами отражение в виде линейной световой полосы смещается вдоль ширины фронтальных стенок на величину $\Delta \approx \tau \cdot R \cdot \omega = (2\pi/24 \cdot 60)$, где τ время останова трекера, R – радиус вращения несущей конструкции (R > f), ω - скорость вращения земли. Например, если τ составляет одну минуту, то величина смещения достигает $\Delta \approx 1 \cdot 1{,}9 \cdot 6{,}28/1440 \approx 0{,}008$ м.

На основе полученных результатов разработаны лабораторные когенерационные установки с удельной производительностью по электроэнергии ≈ 170 кВт·ч/м^2 и тепловой энергии ≈ 610 кВт·ч/м^2 [17].

ВЫВОДЫ

• Разработан солнечный концентратор с оптической эффективностью ≈ 0,85 для нового типа Λ - образных ФМ с кремниевыми фотоэлементами, работающими при малой концентрации солнца на фронтальных стенках охлаждаемых каналов.

• Получено аналитическое выражение для определения максимальной геометрической концентрации солнечного излучения на массивах фотоэлементов в зависимости от параметров плоских зеркал, размещаемых симметрично относительно центральной плоскости вдоль виртуальной параболической поверхности.

• Кремниевые фотоэлементы работают в режиме интенсивной когенерации, т.е. с высокой температурой эксплуатации, при этом реализуется линейный рост температуры теплоносителей в каналах ФМ, а компенсация температурных потерь напряжения осуществляется за счет добавления дополнительных фотоэлементов.

• Встречное размещение фронтальных стенок с фотоэлементами обеспечивает взаимную экранировку теплового излучения и снижение тепловых потерь излучением на ≈27% по сравнению с известными аналогами и самозащиту от града. Кроме того, выполненные в виде желоба каналы ФМ формируют защитный тепловой слой вдоль стенок, снижающий тепловые потери конвекцией на ≈7%, а размещение линейных теплообменников вдоль оси вращения оптического концентратора вблизи зеркал и каналов ФМ дополнительно снижает тепловые потери излучением на ≈3%. В итоге суммарное снижение тепловых потерь достигает ≈37%.

• В построении математической модели расчета концентратора использованы экспериментальные материалы исследований лабораторной установки и разработанные алгоритмы и программы.

• Способы повышения эффективности инновационных Λ-образных ФМ с концентратором создают научную основу для проектирования прототипа когенерационных установок с удельной производительностью по электроэнергии ≈170 кВт·ч/м^2 и тепловой энергии ≈610 кВт·ч/м^2 и низкой себестоимостью изготовления .

ЛИТЕРАТУРА

[1] Richard M. Swanson. The Promise of Concentrators // Progress in Photovoltaics: Research and Application. – 2000. - №8. - P.93-111.

[2] S. Zimmermann, H. Helmers, M. Tiwari, et al. A high-efficiency hybrid high-concentration photovoltaic system // International Journal of Heat and Mass Transfer. – 2016. - №89. – P.514-521.

[3] J.S.Coventry. Performance of a Concentrating photovoltaic/thermal Solar Collector // Solar Energy. – 2005. - Vol.78. – P.211–222.

[4] Cogenra Solar. https://us.sunpower.com/blog/2015/11/12/sunpower-introduces-performance-series-solar-panel (доступна 19.01.2020).

[5] M.Brogren. Optical Efficiency of Low-Concentrating Solar Energy Systems with Parabolic Reflectors. - 1st ed. – Uppsala, Sweden:Uppsala University Library. - 144pp.

[6] H. Price, E. Lupfert, D. Kearney et al. Advances in Parabolic Trough Solar Power Technology // *J. Sol. Energy Eng.* – 2002. №124(2). –P.109-125.

[7] Смирнов А.В. Повышение эффективности концентраторов солнечных энергетических установок с высоковольтными фотопреобразователями. Диссертация. // Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства. -2010. -Москва. 144с.

[8] L. C. Chea, H. Håkansson, B. Karlsson. Performance evaluation of new two axes tracking pv-thermal concentrator // Journal of Civil Engineering and Architecture. – 2013. – Vol. 7. - № 12. – P.1485-1493.

[9] И.Н. Бронштейн, К.А.Семендяев. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов. 2-е изд. М.: Наука. 1981. – 544с.

[10] A.G. Nesterenkov, P.A. Nesterenkov, L.A. Nesterenkova. Fundamentals Of Designing Hybrid Concentrator Solar Systems // Proceeding of The 12th International Conference on Concentrator Photovoltaics (CPV-12). - Freiburg, Germany, 2016.

[11] Y. Goswami. Advances in Solar Energy: Volume 16: An Annual Review of Research and Development. London:Routledge. 2017. – 532p.

[12] Нестеренков П.А., Нестеренков А.Г., Нестеренкова Л.А. Патент Республики Казахстан на изобретение №33513 от 17.09.2018. Способ преобразования солнечного излучения и когенерационная установка для реализации способа.

[13] Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. М.: Энергия, 1977. - 434с.

[14] Блох А.Г. и др. Теплообмен излучением: Справочник. М.: Энергоатомиздат, 1991. - 432с.

[15] Татарчук Г.Т. Сравнительная оценка воздушно-тепловых завес по материалам исследований // Материалы семинара «Воздушные струи и завесы». - Москва, 1971. – с.82-87.

[16] C7 Tracker. https://us.sunpower.com/solar-resources/sunpower®-c7-tracker (доступна 19.01.2020).

[17] P.A. Nesterenkov, A.G. Nesterenkov/Cogeneration Solar Systems With Concentrators of Solar Radiation // Hanbook of Research on Renewable Energy and Electric Resources for Sustainable Rural Development. США:IGI-Global, 2018. - P. 230-254.

Нестеренков П.А., Нестеренкова Л.А.

Күн энергиясын Λ пішінді фотоэлектрлік модульдермен түрлендіру.

Түйіндеме. Концентраторлармен жаңа типтегі сызықтық фотомодулалар арқылы күн радиациясының конверсиялық тиімділігін арттыру әдістері қарастырылған. Салқындатылған Λ пішінді фотомодулалардағы сәулелену арқылы жылу шығынын есептеу әдісі ұсынылған. Жалпы жылу шығыны белгілі V-тәрізді фотомодулалардағы жылу жоғалтуға қарағанда 37% аз екендігі көрсетілген.

Түйін сөздер: фотокеллер, оптикалық концентратор, күн бақылау жүйесі, фотомодула, жылу алмастырғыш, айналым жүйесі, когенерация қондырғысы.

ӘОЖ: 004.4'2

[1]G.A. Alkhanova, [2]S.S. Zhuzbayev
([1] Kazakh Humanitarian-Law Innovative University, Semey, Kazakhstan
[2] L.N.Gumilyov Eurasian University, Nur - Sultan, Kazakhstan
E-mai: gulnur_alhanova@mail.ru)

INTELLIGENT MODELS IN THE LEARNING PROCESS

Abstract. It provides for the presentation of the logical structure of the educational material, as well as the learning process in the form of semantic models. A hierarchical structure in the form of a semantic line, which is the area of the discipline, and the walls of which are represented by a directed graph indicating the relationship between them is understood under the semantic model of educational material. The advantages of semantic networks are the educational model and the direct learning process.

Key words: educational process, semantic network, intellectual model, quality of education, educational material

[1]Г.А. Алханова, [2]С.С. Жузбаев
([1]Қазақ инновациялық гуманитарлық-заң университеті, Қазақстан,Семей
[2] Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан, Нұр -Сұлтан
E-mai: gulnur_alhanova@mail.ru)

ОҚУ ҮРДІСІНДЕГІ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ МОДЕЛЬДЕР

Аңдатпа. Оқу материалының логикалық құрылымын, сондай-ақ семантикалық модельдер түрінде оқыту үрдісінің өзін ұсыну қарастырылады. Оқу материалының семантикалық моделі деп оқылатын пән саласы ұғымдары бар, ал қабырғалары олардың арасындағы қарым-қатынасты білдіретін бағытталған графпен ұсынылған семантикалық желі түріндегі иерархиялық құрылым түсініледі. Семантикалық желілердің артықшылықтары білім беру моделі және тікелей оқыту үрдісінің өзі пән саласын сипаттау көрнекілігі, икемділік, білім алушының мақсатына бейімделуі болып табылады.

Түйін сөздер: оқу үрдісі, семантикалық желі, интеллектуалды модель, білім сапасы, оқу материалы

Жоғары білім беруді ақпараттандырудың қазіргі кезеңі ең алдымен әр түрлі сабақтарда, ғылыми-зерттеу қызметін жүзеге асыруда және студенттердің өзіндік жұмысында қазіргі заманғы ақпараттық және коммуникациялық технологиялар құралдарын кешенді пайдаланумен сипатталады. Ақпараттық және коммуникациялық технологиялардың қазіргі заманғы құралдарының педагогикалық маңызды мүмкіндіктерін атап өтеміз, оларды іске асыру оқытудың тиімділігін айтарлықтай арттыруға мүмкіндік береді. Жоғары білім беруді ақпараттандырудың қазіргі кезеңі ең алдымен әр түрлі сабақтарда, ғылыми-зерттеу қызметін жүзеге асыруда және студенттердің өзіндік жұмысында қазіргі заманғы ақпараттық және коммуникациялық технологиялар құралдарын кешенді пайдаланумен сипатталады. Ақпараттық және коммуникациялық технологиялардың қазіргі заманғы құралдарының педагогикалық маңызды мүмкіндіктерін атап өтеміз, оларды іске асыру оқытудың тиімділігін айтарлықтай арттыруға мүмкіндік береді:

– деректер базасында, гипермәтіндерде, гипермедиа, мультимедиа жүйелерінде сақталатын білімді, ақпаратты өз бетінше алу және ұсыну бойынша білім алушылар қызметінің әртүрлі нысандарын ұйымдастыру;

– оқу ақпаратының компьютерлік визуализациясын жүзеге асыру, зерттелетін объектілердің, агрегаттардың, машиналардың жұмысын модельдеу және имитациялау, әртүрлі процестер мен құбылыстардың өтуі;

– есептеу және ақпараттық-іздестіру қызметі процестерін автоматтандыру, ақпаратты әртүрлі тасығыштарда, деректер базалары мен банктерінде сақтау, ақпарат алмасу;

– оқушылардың зияткерлік мүмкіндіктерін, олардың білім, білік, дағды деңгейін, нақты сабаққа дайындық деңгейін диагностикалау;

– оқу орнын ақпараттық-әдістемелік қамтамасыз ету процестерін автоматтандыру;

– оқу іс-әрекетінің, жаттығудың, тестілеудің нәтижелерін бақылау процестерін автоматтандыру, нақты білім алушының зияткерлік деңгейіне, оның білім деңгейіне, шеберлігіне, дағдыларына, оның мотивациясының ерекшеліктеріне байланысты тапсырмаларды генерациялау;

– білім алушылардың өзіндік оқу іс-әрекетін жүзеге асыру үшін, өзін-өзі оқыту, өзін-өзі дамыту, өзін-өзі жетілдіру, өзін-өзі жетілдіру, өзін-өзі жетілдіру үшін жағдай жасау;

– желіде жұмыс істеу, ақпараттық ағындарды басқаруды қамтамасыз ету; ақпаратты манипуляциялау, әртүрлі параметрлер бойынша ұсынылған ақпаратты деформациялау;

– қарастырылып отырған сюжеттің қажетті даму желісін таңдау (мәтін, бейнесюжет, графика, анимация), әр түрлі құрылғылардың, зертханалық стендтердің және т. б. жұмысын басқару [1].

Оқу мақсатындағы бағдарламалық құралдардың жаңа буыны бірқатар ерекшеліктермен сипатталады. Біріншіден, бұл бағдарламаларды әр түрлі сабақтарда: дәрістерде, зертханалық және практикалық сабақтарда, білім алушылардың өзіндік жұмысы кезінде процесінде пайдалану мүмкіндігі қарастырылады. Екіншіден, бағдарламалар мәтіндік массивтерді, модель параметрлерін қамтиды, бақылау, есептеулерді автоматтандыру, модельді іске асыру, графиктерді құру, мәтіндік терезелерді қалыптастыру модульдерін қамтиды. Білім базасындағы оқу материалы экрандық фрагменттерде орналасады, яғни ақпаратты гипермәтін түрінде ұсыну қамтамасыз етіледі. Үшіншіден, пайдаланушы мен жүйенің өзара іс-қимылы оқушы мен жүйе арасындағы диалогты білім алушы мен педагог арасындағы диалогқа жақындатуды қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін интерактивті диалогтың болуымен сипатталады.

Оқу дерекқоры нақты пәндік салаға бағытталған, әр түрлі ақпаратты қамтиды: мәтін, кесте, суреттер, анимация, видеофрагменттер және т.б. Білім базасына кіретін сервистік модуль оқыту стратегиясы мен оқыту әсерлерін таңдауға мүмкіндік береді; білім, білік, дағды деңгейіне, әртүрлі міндеттерді дұрыс шешуге сараптама жасауды жүзеге асыру; білім алушының қалыптасатын іскерліктері мен осы іскерлікті пайдалану тәсілдері туралы мәліметтер жинау.

Оқу үрдісінің барысын интеллектуалды басқарудың кіші жүйесі оқу үрдісін ұйымдастыру және басқару үшін қажетті білім көлемі мен құрылымын интеллектуалды талдау құралдарынан тұрады. Бұдан басқа, кіші жүйеге пайдаланушының жүйемен интерактивті диалогын іске асыратын интеллектуалдық консультативтік бағдарлама; сабақтың әрбір кезеңінде оқытудың оңтайлы стратегиясы мен тактикасын анықтау үшін оқыту субъектісінің параметрлерін есептеуге және бағалауға мүмкіндік беретін бақылау-диагностикалаушы модуль кіреді.

Қосымша бөлім мыналарды қамтиды:

– пайдаланушының жүйемен интерактивті диалогын іске асыратын және пайдаланушының сұрауларына жауап алуды қамтамасыз ететін оқу үрдісінің барысын зияткерлік басқарудың кіші жүйесі; білім алушының қалыптасатын моделі, оқыту стратегиясы мен оқыту әсерлерін таңдау мүмкіндігін іске асыратын оқыту біріздiлігінің схемасы, жүйенің нақты оқыту объектісіне бейімделу тетіктері және пайдаланушының жұмыс режимін регламенттеуге және үйлестіруге мүмкіндік беретін оқыту жүйелілігінің схемасы;

– оқу үрдісіне қатысушылар мен жүйе арасындағы байланысты жүзеге асыруға, желіде жұмысты қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін коммуникация құралдары;

– оқу үрдісін ұйымдастыру және басқару үшін қажетті білім көлемі мен құрылымын интеллектуалды талдау құралдары;

– негізгі бөлімнің кез келген модуліне түзетулер енгізуге, қажетті есептеулерді жүзеге асыруға мүмкіндік беретін нақты оқу орнының сұраныстарына жүйені толықтыру, өзгерту және бейімдеу мүмкіндігін қамтамасыз ететін сервистік технология модулі.

Көмекші бөлімнің негізгі міндеттері:

– оқыту барысын басқаруды автоматтандыру, білім алушылардың сабақ кезеңдерінің өтуін бақылау, алынған ақпаратты талдау;

– білім алушылардың білімін бақылауды автоматтандыру және есептерді шеше білу, бақылау нәтижелерін статистикалық өңдеу, қателерді диагностикалау;

– пайдаланушылардың (білім алушылар мен оқытушының) оқу құралымен интерактивті өзара іс-қимылын іске асыру;

– педагог, білім алушы және жүйе арасында коммуникативтік функцияларды орындау;

– үйлестіру функциясын орындау.

Экономиканың бір орында тұрмауына байланысты, білім қоғамның дамуын анықтайтын негізгі фактор адамзат жинақтаған білім мен іскерліктер, олардың пайдаланушылардың кең ауқымына қол жетімділігі болған кезде интеллектуалды жүйелер неғұрлым сұранысқа ие болады, әсіресе білімге негізделген жүйелер.

Сонымен бірге, интеллектуалды жүйені әзірлеудің ең көп еңбекті қажетсінетін және сонымен бірге ең жауапты кезеңі білім базасын құру болып табылады, ол сайып келгенде бүкіл жүйенің пайдалылығы мен сапасын анықтайды. Осыған байланысты білімді ұсыну және өңдеу үлгілері мен әдістері, сондай-ақ олардың негізінде құрылған айқындаушы рөл атқарады.

Жасанды интеллект бойынша жұмыстар аясында білім беру және өңдеу модельдерінің, әдістері мен құралдарының кең спектрі жинақталған. Желілік модель семантикалық желілер және фреймдер сияқты құралдарды ұсынады. Бірінші пайдаланылады кез келген ақпаратты сақтау үшін әмбебап жады ретінде нысандар мен олардың арасындағы қарым-қатынас терминдеріне. Жасанды интеллектке объектілі бағытталған тәсілді ұсынатын фреймдер деңгейді арттыру үшін қызмет етеді.

АЖ құрудың құралдық құралдары мен технологиялары.

Қазіргі уақытта компьютерлік оқыту жүйелерін әзірлеуге объектілі бағытталған тәсілдеуде "оқыту объектісі" (learning object) термині кеңінен қолданылады, бірақ бұл терминнің бір мағыналы анықтамасы әлі жоқ [2]. Кейбір авторлар оқу объектісі ретінде (ОО) ақыл кванттарын түсінеді, басқалары ОО-ны екі деңгейде қарастырады: макродеңгейде (тақырыптар деңгейі) және микродеңгейде (кванттарының деңгейі КД) [3], бірақ оқу курсын оқу объектісі деп есептеуге болады.

Бағдарламаның негізгі бөлігі мынадай модульдерден тұрады: ақпараттық, модельдеуші, есептік, бақылаушы. Бағдарламаның негізгі бөлігін құрайтын экрандық фрагменттер мәтіндік және графикалық ақпаратты қамтиды. Мәтіндік ақпарат теорияны, формулаларды, түсіндірулерді, нұсқауларды, түсініктемелерді; графикалық - графиктерді, зертханалық қондырғылардың сызбаларын, суреттерді, анимациялық роликтерді қамтиды.

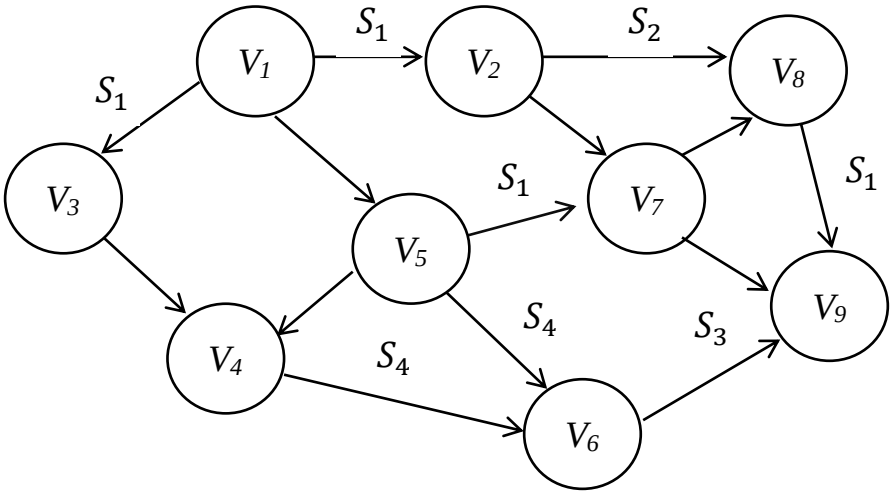
Зерттеу объектілерінің оңтайлы біріздiлігін құру оқу материалының моделі негізінде жүзеге асырылады, ол ретінде G(V,S) жүктелген қабырғалары бар бағытталған бағандар пайдаланылады (сурет. 1). Графтың көптеген V шыңы зерттеу объектілеріне (курстарға, тақырыптарға, тақырыптардың тарауларына немесе ақыл кванттарына), ал көптеген s қабырға байланыстарына сәйкес келеді. Бұл ретте келесі байланыс дәрежесі болуы мүмкін:

S_1- объектіні зерделеу үшін басқа зерттеу объектісі туралы жалпы түсінік болу қажет;

S_2-объектіні зерттеу кезінде басқа зерттеу объектісіне жиі сілтемелер пайдаланылады;

S_3-объектінің неғұрлым күрделі (немесе сирек пайдаланылатын) ұғымдарын зерделеу үшін басқа зерттеу объектісінен білім қажет;

S_4-объектіні зерделеу және білімді практикалық қолдану үшін басқа зерттеу объектісін нақты білу қажет;



Сур. 1. Оқу материалының семантикалық моделі

Әрбір i бағанға әрбір элемент төрт параметрден тұратын $V_i = \{R_{i1}, R_{i2}, \dots, R_{im}\}$, векторына сәйкес қойылады.

$$R_{ij} = (p_{ij}, t_{ij}, z_{ij}, u_{ij}, q_{ij}) \qquad 0(1)$$

мұндағы $i -$ ОО нөмірі; $j -$ студенттің бағдарлама (мамандық) нөмірі; $p_{ij} -$ студенттің бағдарламасы (мамандығы); $t_{ij} -$ ОО оқу уақыты; z_{ij}, – ОО оқу кезінде қол жеткізуге болатын білім деңгейі; $u_{ij} -$ білік деңгейі; $q_{ij} -$ ОО оқу нәтижесінде қалыптасуға тиіс дағдылар деңгейі.

Білім базаларын әзірлеушілердің кең танымалдығы онтологияға ие болды, олардың көмегімен модельделетін білім саласы ұғымдарының келісілген жүйесін ұсынуға болады [4].

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Шихнабиева Т.Ш. Методика формирования знаний по информатике в автоматизированной обучающей системе «КАСПИЙ» // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Информатизация образования – 2008». Славянск-на-Кубани, 2008. С.120-125.

[2] Ip, A. What is a learning object, technically? / A. Ip, I. Morrison, M. Currie. – URL: http://users.tpg.com.au/adslfrcf/lo/LO(WebNet2001). ppt

[3] Redeker, G. H. J. An Educational Taxonomy for Learning Objects / G. H. J. Redeker // Proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies. ICALT 2003. – Athens, Greece, 2003. – P. 250–251.

[4] Копайгородский, А.Н. Применение онтологий в семантических информационных системах /А.Н. Копайгородский. //Онтология проектирования. – 2014. – №4(14). – С.78-89.

Алханова Г.А., Жузбаев С.С.

Интеллектуальные модели в учебном процессе

Резюме. Предусматривается представление логической структуры учебного материала, а также самого процесса обучения в виде семантических моделей. Под семантической моделью учебного материала понимается иерархическая структура в виде семантической линии, которая представляет собой область изучаемой дисциплины, а стенки которой представлены направленным графом, обозначающим взаимоотношения между ними. Преимуществами семантических сетей является образовательная модель и непосредственный процесс обучения.

Ключевые слова: учебный процесс, семантическая сеть, интеллектуальная модель, качество образования, учебный материал.

УДК 621.577.24

M.N. Berdali, B.A. Unaspekov
(Satbayev University, Kazakhstan, Almaty
E-mail: dos.miko@mail.ru)

ENERGY EFFICIENCY CALCULATING METHOD OF HEAT PUMP UNITS

Abstract. The article describes the ongoing reduction in the resources of liquid and gaseous fuels, which necessitated not only intensifying research on the inclusion of “non-traditional” heat sources in the fuel and energy balance, but also made it necessary to return to the study of the well-studied technological possibilities and methods of heat supply, for example, from heat pump installations. The rapid progress in the field of thermal power and refrigeration engineering has led to the fact that heat supply using heat pumps is a rational method of electrification, which can lead to significant fuel savings. The main disadvantages of traditional sources of heat supply are low energy, economic and environmental efficiency. Calculation of the energy efficiency of the heat pump.

Key words: heat pump, heating, energy saving, cooling, ventilation, refrigerant.

М.Н. Бердали, Б.А. Унаспеков
(Satbayev University, Алматы, Казахстан
e-mail: dos.miko@mail.ru)

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК

Аннотация. В статье описывается продолжающееся сокращение ресурсов жидкого и газообразного топлива вызвало необходимость не только интенсифицировать исследования по во влечению в топливно-энергетический баланс "нетрадиционных" источников тепла, но и заставило вернуться к рассмотрению достаточно хорошо в свое время изученных технологических возможностей и способов теплоснабжения, например, от теплонасосных установок. Быстрый прогресс в области теплоэнергетического и холодильного машиностроения привел в настоящее время к тому, что теплоснабжение при помощи тепловых насосов представляет собой рациональный метод электрификации, который может привести к значительной экономии топлива. Основными недостатками традиционных источников теплоснабжения являются низкая энергетическая, экономическая и экологическая эффективность. Рассмотрен расчет энергоэффективности работы теплового насоса.

Ключевые слова: тепловой насос, отопление, энергосбережение, охлаждение, вентиляция, хладагент.

Тепло и хладоснабжение с помощью тепловых насосов относится к области энергосберегающих экологически чистых технологий и получает всё большее распространение в мире. Тепловой насос – это устройство, используемое для обогрева и охлаждения. Работает ТН по принципу передачи тепловой энергии от холодной среды к более тёплой, в то время как естественным путём тепло перетекает из тёплой области в холодную [1].

Тепловыми насосами (ТН) называют установки, предназначенные для повышения потенциала теплоты с низкого температурного уровня на более высокий на основеобратного термодинамического цикла за счет расходаэлектрической или другой высокопотенциальной энергии. Тепловой насос и вспомогательные оборудование, такое как гидравлические машины, трубопроводы для подвода и отвода теплоносителей, системы энергопитания, контроля и регулирования, составляют теплонасосную установку (ТНУ) [2].

Тепловые насосы в силу того, что они избавлены от большинства перечисленных недостатков централизованного теплоснабжения, нашли широкое применение за рубежом. Теплонасосные установки широко распространенны во многих развитых странах мира, поскольку позволяют экономить дорогостоящее топливо и снижать вредное воздействие объектов энергетики на окружающую среду. Они выпускаются и широко используются в США, Японии, Германии, Франции, Швеции и других странах. Зарубежный опыт наглядно убеждает в том, что применение теплонасосных установок является экономически оправданным, перспективным направлением в теплоснабжении.

Классификацию теплонасосных установок следует осуществлять прежде всего по циклам их работы. Можно выделить несколько основных типов тепловых насосов [3]:

- газовые тепловые насосы;

- струйные тепловые насосы;
- сорбционные тепловые насосы (абсорбционные и резорбционные);
- термоэлектрические тепловые насосы;
- компрессионные тепловые насосы.

Все тепловые насосы по принципу взаимодействия рабочих тел можно объединить в две основные группы:

- открытого цикла, в которых рабочее тело забирается и отдается во внешнюю среду;
- замкнутого цикла, в которых рабочее тело движется по замкнутому контуру, взаимодействуя с источником и потребителем теплоты лишь посредством теплообмена в аппаратах поверхностного типа.

Наиболее широкое распространение получили компрессионные тепловые насосы. Кратко остановимся на принципе их работы.

Теплонасосные установки (ТНУ) используют естественную возобновляемую низкопотенциальную тепловую энергию окружающей среды (воды, воздуха, грунта) и повышают потенциал основного теплоносителя до более высокого уровня, затрачивая при этом в несколько раз меньше первичной энергии или органического топлива. Теплонасосные установки работают по термодинамическому циклу Карно, в котором рабочей жидкостью служат низкотемпературные жидкости (аммиак, фреон и др.).

Перенос теплоты от источника низкого потенциала на более высокий температурный уровень осуществляется подводом механической энергии в компрессоре (парокомпрессионные ТНУ) или дополнительным подводом теплоты (в абсорбционных ТНУ).

Применение ТНУ в системах теплоснабжения - одно из важнейших пересечений техники низких температур с теплоэнергетикой, что приводит к энергосбережению невозобновляемых источников энергии и защите окружающей среды за счет сокращения выбросов CO_2 и NO_x в атмосферу [3]. Принципиальная схема парокомпрессионной ТНУ приведена на рисунке и включает испаритель, компрессор, конденсатор и дроссель [3].

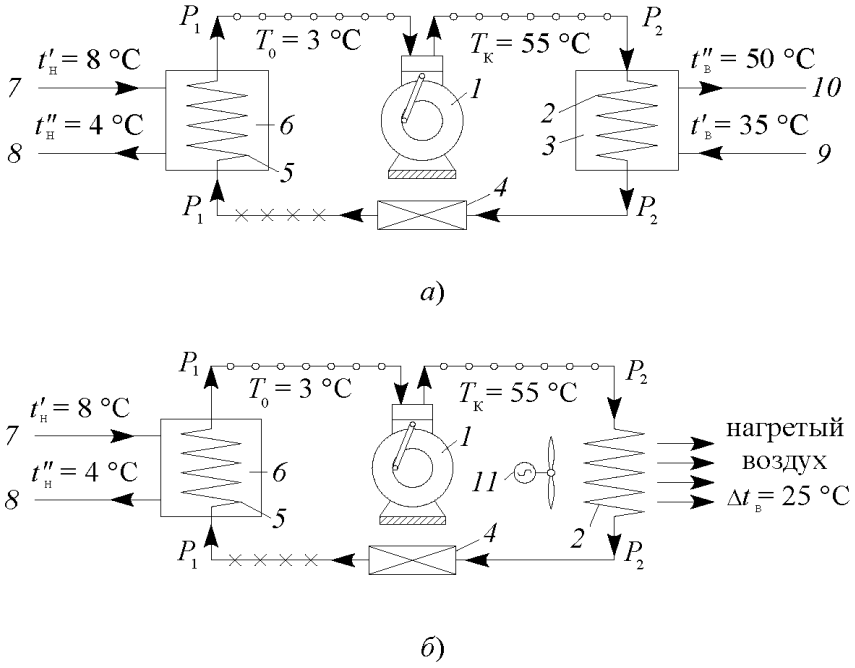


Рис. 1. Принципиальная схема ТНУ с электроприводом:
а - схема ТНУ для системы горячего водоснабжения;
б - схема ТНУ для воздушного отопления или сушки;
пар; смесь пара и жидкости; жидкость;
1 - компрессор; 2 - змеевик конденсации хладагента; 3 - бак конденсации; 4 - расширительный дроссельный клапан; 5 – змеевик испарения хладагента; 6 - бак испарения; 7 - вода низкопотенциального источника энергии (НИЭ); 8 - сток к НИЭ; 9 - вода из системы отопления или водопровода; 10 - вода на отопление или горячее водоснабжение; 11-вентилятор.

Выберем в качестве рабочего хладагента - *R22*, имеющего следующие параметры: расход хладагента G_a = 0,06 кг/с; температура кипения T_0 =3°С; температура конденсации $Tк$ = 55 °С; температура теплоносителя на входе в испаритель от источника низкого потенциала $t'_н$ = 8 °С; температура теплоносителя (воды) на выходе из конденсатора $t''_в$ = 50 °С; расход теплоносителя в конденсаторе $G_к$ = 0,25 кг/с; перепад температур теплоносителя в конденсаторе $\Delta t_в$ = 15 °С; мощность, потребляемая компрессором, $N_э$ = 3,5 кВт; теплопроизводительность ТНУ $Q_{тн}$ = 15,7 кВт; коэффициент преобразования $\mu_{тн}$ = 4,5.

В бак испарения 6 поступает тепловая энергия низкого потенциала Q_0 из окружающей среды при $t'_н$ = 8 °С. Преобразование рабочей жидкости *R22* (аммиака или фреона) теплового насоса в пар происходит в змеевике испарения хладагента 5 при пониженном давлении P_1 и пониженной температуре T_0 = 3 °С. Компрессор 1 всасывает из испарителя насыщенный пар со степенью сухости $x_1 \approx 1$ и сжимает пар до давления P_2. При сжатии хладагента энтальпия i и температура пара повышаются до $T_к$ = 55 °С, а затрачиваемая работа $A_l = \Delta i$, кДж/кг.

Пар с температурой $T_к$ = 55 °С подается в змеевик конденсации хладагента 2, где тепловая энергия пара передается другому теплоносителю (воде) бака конденсации 3 (схема а) или воздуху (схема б), после чего пар конденсируется при неизменном давлении P_2. [4].

Коэффициент трансформации этого идеального цикла:

$$\mu_с = q_к / Al = T_к/(T_к - T_0) = 328/(328 - 276) = 6{,}3,$$

где $q_к$ - теплота конденсации, кДж/кг; A_l - работа сжатия, кДж/кг; $T_к$ и T_0 - температура конденсации и испарения хладагента, °С.

В дроссельном клапане 4 происходит понижение давления от P_2 до $P1$, жидкий хладагент частично испаряется и образуется парожидкостная смесь со степенью сухости x_0 - 0,05, а в процессе дросселирования (при $i = const$) температура хладагента снижается от $T_к$ = 55 °С до T_0 = 3 °С.

Парожидкостная смесь поступает в змеевик испарения хладагента 5, где, получая теплоту от источника с низким потенциалом, вновь испаряется, и цикл повторяется. Таким образом, в ТНУ реализуется непрерывный круговой процесс переноса теплоты с более низкого температурного уровня на более высокий (к теплоносителю). Для этого подводится энергия извне, которая затрачивается на повышение давления парообразного рабочего вещества (хладагента). Причем затраченная энергия может быть электрическая, тепловая и любая другая.

Количество теплоты, отнятой от источника с низким потенциалом (НИЭ), в идеальном цикле ТНУ равно теплоте испарения жидкого хладагента, поступившего в испаритель: $q_и = r(x_1 - x_0)$, кДж/кг, где r - теплота парообразования. Холодильный коэффициент этого цикла

$$\varepsilon_с = q_и / Al = T_0/(T_к - T_0) = 276/(328 - 276) = 5{,}3,$$

где $q_и$ - теплота испарения хладагента, кДж/кг.

Для идеального (теоретического) цикла ТНУ и без учета потерь теплоты выполняется соотношение $\mu_с = \varepsilon_с + 1$.

Мерой энергетической эффективности реальной ТНУ служит коэффициент преобразования энергии $\mu_{тн}$, характеризующий отношение отданной потребителю теплоты $Q_к$ к затраченной (механической или электрической) энергии $N_э$. Оценки показывают, что для удачно спроектированных систем теплоснабжения коэффициент $\mu_{тн}$ изменяется от 2,5 до 6...8, а при $\mu_{тн}$ > 2,5…3 использование ТНУ может оказаться выгоднее, чем теплоснабжение от ТЭЦ и индивидуальных котельных.

Количество переданной потребителю полезной теплоты, или теплопроизводительность ТНУ зависит от расхода теплоносителя $G_к$, кг/с, средней массовой изобарной теплоемкости $c_к$, кДж/(кг-К) и перепада температур $\Delta t_в$, °С. Так, при нагреве воды по схеме (рисунок 1а)

$$Q_к = G_к c_к \Delta t_в = 0{,}25 \cdot 4{,}19 \cdot 15 = 15{,}7 \text{ кВт}.$$

При нагреве воздуха по схеме (рисунок 1б), когда расход холодного воздуха $G_к$ = 0,5 кг/с, теплоемкость $c_к$ = 1 кДж/(кг • К) и перепад температур $\Delta t_в$ = 25 °С, теплопроизводительность ТНУ составит

$$Q_к = G_к c_к \Delta t_в = 0{,}5 \cdot 1 \cdot 25 = 12{,}5 \text{ кВт}.$$

Коэффициент преобразования энергии $\mu_{тн}$, характеризующий отношение отданной потребителю теплоты $Q_к$ к потребляемой компрессором электрической энергии $N_э$ = 3,5 кВт, составит соответственно:

- для воды $\mu_{тн} = Q_К / N_К$ = 15,7/3,5 = 4,5;
- для воздуха $\mu_{тн} = Q_К / N_К$ = 12,5/3,5 = 3,6.

Следовательно, если на механическую работу компрессора расходуется 1 кВт электроэнергии, то в систему теплоснабжения передается 4,5 кВт теплоты, т.е. в несколько раз больше, чем при чисто электрическом отоплении. Работа электрического компрессора теплового насоса позволяет потреблять в несколько раз меньше электрической энергии, если бы нагревали теплоноситель системы теплоснабжения в теплообменнике простым электрическим нагревателем. [4].

Парокомпрессионные тепловые насосы (ПТН) с приводом от теплового двигателя (газовой турбины или дизеля) оказываются еще более экономичными. Хотя КПД этих двигателей не превышает 35 %, при работе в составе ТНУ может быть утилизирована и направлена в общий поток нагреваемой ТНУ среды большая часть потерь, которые воспринимаются охлаждающей двигатель жидкостью и выхлопными газами. В результате коэффициент использования первичной энергии привода возрастает в 1,5 раза, а экономичность ТНУ обеспечивается при $\mu_{тн} > 2$.

По конструкции, принципу действия, составу оборудования, используемым рабочим телам ТНУ практически не отличаются от широко распространенных холодильных машин. Тепловые насосы в сравнении с холодильными машинами работают в диапазоне более высоких рабочих температур. Особенно выгодно применение тепловых насосов (ТН) при одновременной выработке теплоты и холода, что может быть реализовано в ряде промышленных и сельскохозяйственных производств, а также в системах кондиционирования воздуха.

В условиях реальной рыночной экономики тепловые насосы имеют перспективу теплоэнергоснабжения в основных областях хозяйства: жилищно-коммунальном секторе, на промышленных предприятиях, в курортно-оздоровительных и спортивных комплексах, сельскохозяйственном производсте.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Половинкина Е.О. Использование тепловых насосов в системах теплоснабжения зданий и сооружений / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. Нижний Новгород, Россия. [Электронный ресурс]. URL: http://dropdoc.ru/doc/420764/polnaya-versiyanauchnoj-raboty-1494-kb.

[2] Протасевич А. М. Энергосбережение в системах тепло-газоснабжения, вентиляции, кондиционирования воздуха. Учебное пособие. - М.: НИЦ ИНФРА-М, Нов. Знание, 2016.- 286 с.

[3] Пилипенко Н.В., Сиваков И.А. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности инженерных систем и сетей. Учебное пособие. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. – 274 с.

[4] Фокин В.М. Основы энергосбережения и энергоаудита. М.: «Издательство Машиностроение-1», 2006.- 256 с.

Бердали М.Н.,Унаспеков Б.А.

Жылу сорғы қондырғыларының энергия тиімділігін есептеу әдісі.

Түйіндеме. Мақалада сұйық және газ тәріздес отын ресурстарының тұрақты түрде азаюы сипатталады, бұл отын-энергетикалық баланска «дәстүрлі емес» жылу көздерін қосу туралы зерттеулерді күшейтуді ғана емес, сонымен бірге жылумен жабдықтаудың жақсы зерттелген технологиялық мүмкіндіктері мен әдістерін зерттеуді қажет етті, мысалы, жылу сорғысы қондырғылары. Жылу энергетикасы және тоңазытқыш машина жасау саласындағы қарқынды прогресс жылу сорғыларын қолдана отырып жылумен жабдықтау отынның айтарлықтай үнемделуіне әкелетін энергияны пайдаланудың ұтымды әдісі болып табылады. Жылумен жабдықтаудың дәстүрлі көздерінің негізгі кемшіліктері төмен энергия, экономикалық және экологиялық тиімділік болып табылады. Жылу сорғысын пайдаланудағы энергетикалық тиімділіктің есебі келтірілген.

Түйін сөздер: жылу сорғы, жылыту, энергия үнемдеу, салқындату, желдету, хладагент.

UDC:681.142.7.009:003

A.Tungatarova , G.Borankulova
(M.Kh. Dulati Taraz State University, Taraz, Kazakhstan.
E-mail: b.gau@mail.ru)

SOCIO-ECONOMIC ASPECTS OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY DEVELOPMENT

Abstract. The article considers the development of the leading trend that defines society at the beginning of the XXI century. with the development of information and communication technologies and microprocessor technology, time management and reorganization are becoming a new field of application of electronic devices. As a result of the information revolution, the scale of human activity is also changing. The spread of ICT and the development of information infrastructure contributes to the creation of new business models, which indirectly increases the overall competitiveness of the economy.

Keywords: Informatization of society, telecommunications, information, innovation, information and communication technologies, economic growth

The development of scientific and technological progress in the field of cybernetics, electronics and informatics had given a powerful impetus to the intensive development of the informatization process in all spheres of human activity. The transition from an industrial society to an educational society has fundamentally changed the approach to assessing the role of informatization in the political and economic life of the country, which has become a prerequisite for the transition of information and communication technologies to a qualitatively new level. Informatization of society is a global social process of production and use of information as a public resource, a set of political, social and economic, scientific factors that provide everyone with free access to any sources of information.

The dominant activity in the information society is the collection, accumulation, processing, storage, transmission and use of information through modern computing.

The prerequisites for the transition to the information society were the rapid growth in the flow of information, which was due to:

- Rapid growth in the number of documents presenting research and development results;
- The ever-increasing number of periodicals in different fields of human activity;
- The appearance of research data recorded on magnetic tapes.

These factors have led to an information crisis, which has challenged society to find a way out of the current information crisis. The introduction of computers, modern means of processing, storing and transmitting information to various spheres of human activity was the first step towards solving the problem of the information crisis, the beginning of a new global process - information.

The informatization of society was thus one of the patterns of social and economic progress. In the information society, values are changing, and knowledge and information are the main factors in it. Compared to an industrial society, where everything is aimed at the production and consumption of goods, knowledge and intelligence are produced and consumed in the information society. A new industry of information processing on the basis of computer and telecommunication information technologies is emerging.

The historical prerequisites for the informatization of society have been the series of information revolutions associated with the emergence of new technologies for their time. The consequences of information revolutions have been to change and improve the ways and tools for collecting, processing, storing and transmitting the information. In the history of the informatization of society, six revolutions are identified.

The first information revolution was characterized by the emergence of language and human speech. People exchange information and primitive knowledge through speech sounds. With the development of tools, human society develops further, and the need to communicate and transfer accumulated knowledge and information is born, which served as a prerequisite for the emergence of writing. A second information revolution is associated with the invention of writing. It was a big step in human development. It was possible to store the information accumulated by human society, to process, distribute and transmit it to a new one. With the development of writing, technologies are also developing, and the volume of information is increasing. The old form of writing ceased to meet the needs of the human community.The third

information revolution was marked by the emergence of book technology in the 15th century, which could be attributed to one of the first information technologies. The appearance of book printing radically changed industrial society, culture, organization of activities. With the advent of book printing, a newspaper and magazines appear, art and scientific literature begin to be published, and textbooks for schools on individual subjects are published.

The fourth information revolution began in the 19th century. During this period, media such as telephone, telegraph, radio and television were shown. A person has the possibility of instant transmission of information over an unlimited distance.The fifth information revolution occurred in the middle of the twentieth century when people began to use computer technology. Introduction to all spheres of human activity of the electronic computers (EC) allowed increasing productivity of intellectual work at the expense of the high speed of information processing of various type.The sixth information revolution is linked to the advent of global telecommunications computer networks, multimedia technologies and virtual reality.All six information revolutions had made fundamental changes in the living conditions and activities of people, had changed the culture and way of thinking of people and had influenced the development of progress in the field of information technology, which had become a prerequisite for the transition to an information society.In the information society, according to D.Bell, there is a change in concepts about time and space. "The destruction of ideas about space and time, about the coordinate system under which we organized reality, is one of the important steps forward towards the information society. With the development of communication technologies and microprocessor technology, time management and reorganization are becoming a new field of application of electronic instruments. As a result of the information revolution, the scale of human activity is also changing. In humans, the main problem will be a lack of information and time. Therefore, the ability to organize your free time will become extremely important. In the technical sense, the main problem of post-industrial society will be the development of the appropriate infrastructure for developing "communication networks" based on digital information technologies, which will link this society into a whole "[1].

In his work, D. Bell identifies the main features of the information society:

- Microprocessor invention;
- The preponderance of the role of computer and telecommunications in all areas of production;
- A solution of the technical task of conversion of all analogue signals into digital and digital signals to ensure their compatibility and transmission via common channel;
- The basis of technological development, the source of all innovations becomes theoretic knowledge, as in the information era of the invention are a continuation of the programs of development of theoretical knowledge and the fact that post-industrial experiences are connected with a codification of theoretical knowledge, makes science a distinctive feature of this society;
- If industrial society is based on machine technology, then post-industrial society is formed under the influence of intellectual technology. And if capital and labour are the main structural elements of industrial society, information and knowledge are the basis of post-industrial society [1].

Process of informatization of society changed the role of information and information and communication technologies in the development of society. The level of social and economic development of the country depended on the quality and ways in which they were used in human occupation. Consequently, the need for scientific, technological and economic information and communication technologies is increasing.

The introduction of information and communication technologies in all areas of human activity has led to huge changes in the production and business lives of people, leading to the emergence of an information society in which information and scientific knowledge are the goals and results of people 's activities. Humanity faces the challenge of adapting to a new social environment where information and scientific knowledge will replace substance and energy as determinants and will determine both the strategic potential of society and the prospects for its development.

The information and communication technologies (ICT) are understood as the set of methods, productions and program technical means integrated for the purpose of collecting, processing, storage, distribution, display and use of information for the benefit of its users [2].

The use of ICT is necessary to meet the educational needs of modern society and sustainable socio-economic development. Information and knowledge were becoming the main products of modern economic activity. The economic well-being and social development of society depend on knowledge, which is the

basic resources and products of the information society. The use of ICT is an important condition for this development.

Today, ICT is the infrastructure of the global economy that ensures the effective functioning of world markets and plays a leading role in the development of the world economy. Therefore, Governments around the world have chosen ICT as the main source of accelerating economic and social growth today and view ICT as a matter of public policy. New studies on ICT creation, use, implementation and impact are continuously being organized in almost all countries because the extent to which ICT is being introduced and used in various areas of human activity is becoming a crucial factor in the socio-economic development of the State.

The analysis of the impact of ICT on economic growth and social development of society would highlight the following key areas:

- High growth rates in the ICT sector. This factor is fundamental and serves as a prerequisite for the emergence of all others.

- Impact of ICT on market efficiency and internal governance. The access of businesses and individuals engaged in business or consumer purchases to valuable information on prices and market conditions through inter-no technology enabled them to make rational commercial decisions and make effective consumer choices.

- Improving the quality and accessibility of education. Improving the availability of various information databases and introducing distance learning methods increased the general literacy of the population and provided the same opportunities for quality education for different segments of the population.

- Impact of ICT on social institutions that improve governance and accelerate the development of civil society organizations.

Thus, research analysis shows that the change in the role of information and knowledge in human society has become a prerequisite for ICT development. Information and knowledge become the main products of human activity, replacing material products of production. The quantitative growth of information requires the creation of new technologies that can quickly and qualitatively process information, convert it from one species to another, transfer it without change to an unlimited distance. All this requires new knowledge from the person in the field of ICT application, ability to adapt in the conditions of a modern information society. It should be noted that countries with high levels of ICT development are experiencing stable economic growth and rising living standards. And ICT is a mandatory factor of informatization of society, and the degree of its development - an indicator of the level of development of the economy of the state.

LITERATURE

[1] Zamanlarin M. M. Makenova M. H. the Development of information and communication technologies in Kazakhstan // the Young scientist. - 2015. - No. 4. - Pp. 175-176.

[2] Dronov, V. N., Makhrova O. N. The digital divide in Ryazan region: monograph. SPb.: Publishing house of the Saint Petersburg University of management and Economics, 2015.

[3] Sazhneva L. P., Ardeev P. V. Problems of introduction of information system of enterprise management / / Bulletin of education and development of science of the Russian Academy of natural Sciences. 2016. No. 2. Pp. 63-65.

[4] Sazhneva L. P. Development and implementation of a strategy for long-term development of information technologies. Journal of legal and economic research. Journal of Legal and Economic Studies. 2015. No. 1. Pp. 161-163.

[5] Abdrakhmanova G. I., Gokhberg L. M.,. Kovaleva G. G. Information society: the demand for information and communication technologies in Russia. research.UN-t "Higher school of Economics". – M.: higher school of Economics, 2015. - 120 s.

[6] Dudkina G. V., Melina N. F. Information and communication aspect of professional competence development of modern managers in the conditions of higher education / / international journal of applied and fundamental research. - 2015. - No. 8-4. - Pp. 743-747;

[7] Vdovin, V. M. Information technologies in the financial and banking sector: Educational software / - M.: Dashkov and K, 2016. - 304 c.

[8] Mendelev, M. A. Information technology management.: Tutorial for tank-Lavrov / M. A. Mendeleva, Y. V. Vertakova. - Lyubertsy: Yurayt, 2016. - 462 c.

[9] Gasanova, S.E. the Information technologies in social sphere: a textbook for bachelors / S. E. Gasanova. - Moscow: Dashkov and K, 2015. - 312 c.

[10] Darkov, A.V. Information technologies: theoretical foundations: A textbook / A.V. Darkov, N. N. Shaposhnikov. - SPb.: LAN, 2016. - 448 c..

[11] Emelyanov, S. V. Information technologies and computer systems: computational systems. Mathematical modeling. applied aspects of Informatics / S. V. Emelyanov. - Moscow: Lenand, 2015 .

[12] Kiselev, G. M. Information technologies in pedagogical education: A textbook for bachelors / G. M. Kiselev, R. V. Bochkova. - Moscow: Dashkov and K, 2016. - 304 c.

[13] Konopleva, I. A. Information technologies. / I. A. Konopleva, O. A. Khokhlova, A.V. Denisov. - Moscow: Prospect, 2015. - 328 c.

[14] Korneev, I. K. Information technologies in working with documents: Textbook / I. K. Korneev. - Moscow: Prospect, 2015. - 304 c.

[15] Korneev, I. K. Information technologies in working with documents: Textbook / I. K. Korneev. - Moscow: Prospect, 2016. - 304 c.. - 96 c.

a. 304 c.

[16] Kosinenko, N. S. Information systems and technologies in Economics: A textbook for bachelors / N. S. Kosinenko, I. G. Friesen. - Moscow: Dashkov and K, 2015. - 304 c.

Тунгатарова А.Т., Боранкулова Г.С.

Социально-экономические аспекты развития информационно-коммуникационных технологий

Резюме. В статье рассматривается развитие ведущей тенденции, определяющей общество в начале XXI в. С развитием информационно -коммуникационных технологий и микропроцессорной техники управление и реорганизация времени становятся новой сферой применения электронных приборов. В результате информационной революции изменяется и масштаб человеческой деятельности. Распространение ИКТ и развитие информационной инфраструктуры способствует созданию новых бизнес-моделей, что опосредованно повышает общую конкурентоспособность экономики.

Ключевые слова: информатизация общества, телекоммуникация, информация, инновации, информационно –коммуникационные технологии, экономический рост

Тунгатарова А.Т., Боранкулова Г.С.

Ақпараттық-коммуникациялық технологияларды дамытудың әлеуметтік-экономикалық аспектілері

Резюме. Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар мен микропроцессорлық техниканың дамуымен бірге уақытты басқару және қайта ұйымдастыру электрондық аспаптарды қолданудың жаңа саласына айналды. Ақпараттық революция нәтижесінде адам қызметінің ауқымы да өзгереді. АКТ-ны тарату және ақпараттық инфрақұрылымды дамыту жаңа бизнес-модельдерді құруға ықпал етеді, бұл экономиканың жалпы бәсекеге қабілеттілігін жанама түрде арттырады.

Түйін сөздер: қоғам ақпараттандыру, телекоммуникация, ақпарат, инновация, ақпараттық – коммуникациялық технологиялар, экономикалық өсуі.

УДК: 553.982.23.05: 622.691.2

V.G. Golubev, A.K. Orynbasarov, M.M. Narmanov, Zh.R. Ordabek, A.U. Dzhusenov
(South Kazakhstan State University named after M. Auezova,
Shymkent, Republic of Kazakhstan)

ON THE ISSUE OF DEVELOPING A METHODOLOGY FOR EVALUATING WATER-BEARING CARBONATE RESERVOIRS FOR CREATING UNDERGROUND GAS STORAGE FACILITIES

Abstract. In this paper, the issues of methodology for evaluating water-bearing carbonate reservoirs for creating underground gas storage are updated. The developed criteria for selecting geological objects associated with fractured-porous reservoirs of water-bearing structures are proposed, as well as a method for optimizing the buffer volume of gas aimed at improving the efficiency of designing processes for creating and cyclical operation of UGS in such geological structures by reducing the risk of making design decisions with a low degree of validity. The development of a methodology for assessing the geological, commercial and technological capabilities of creating and operating UGS in carbonate reservoirs of water-bearing structures, aimed at reducing technological risks and increasing the degree of validity of design decisions, is very promising.

Key words: drilling underground gas storage, fractured-porous reservoirs, water-bearing structures, process design.

В.Г. Голубев, А.К. Орынбасаров, М.М. Нарманов, Ж.Р. Ордабек, А.У. Джусенов
(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,
г. Шымкент, Республика Казахстан)

К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ВОДОНОСНЫХ КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ХРАНИЛИЩ ГАЗА

Аннотация. В данной работе актуализированы вопросы методики оценки водоносных карбонатных коллекторов для создания подземных хранилищ газа. Предложены разработанные критерии выбора геологических объектов, приуроченных к трещиновато-пористым коллекторам водоносных структур, а также метода оптимизации буферного объема газа, направленного на повышение эффективности проектирования процессов создания и циклической эксплуатации ПХГ в таких геологических структурах за счет снижения риска принятия проектных решений с низкой степенью обоснованности. Разработка методики оценки геолого-промысловых и технологических возможностей создания и эксплуатации ПХГ в карбонатных коллекторах водоносных структур, направленной на снижение технологических рисков и повышение степени обоснованности проектных решений представляется весьма перспективной.

Ключевые слова: подземные хранилища газа, трещиновато-пористые коллекторы, водоносные структуры, проектирование процессов.

Техническое перевооружение, реконструкция и расширение сети действующих объектов хранения является одной из стратегических задач газовой отрасли. В мире активно увеличивается спрос на резервные мощности подземные хранилища газа (ПХГ), однако не везде существуют оптимальные геологические условия для создания ПХГ на базе истощенных месторождений, в водоносных пластах или в каменной соли. В связи с этим анализируются имеющиеся месторождения, разрабатываются и внедряются технологии создания ПХГ и методики оценки водоносных карбонатных коллекторов для создания подземных хранилищ газа. В последнее время резко возросли мировые объемы подземных газохранилищ. Из общего объема хранящегося газа (333 млрд. м^3) больше трети приходится на США, где расположено около 400 ПХГ, в которых может хранится до 115 млрд. м^3 газа. На втором месте находится Россия, располагающая 25 ПХГ с объемом более 66 млрд. м^3. На третьем месте с 12 ПХГ находится Украина с активной емкостью 31 млрд. м^3. В Германии насчитывалось 19 подземных газохранилищ с активным объемом 7 млрд. м^3 и самой высокой в мире долей резервирования (более 25 %). Начата закачка газа в подземное хранилище Бад Лаухштадт. В мире действовало 642 подземных газохранилища с активным объемом более 300 млрд. м^3, что составило 10 % от общемирового потребления [1].

Создание и эксплуатация таких хранилищ во многих странах затруднены из-за сложности строения карбонатных структур, неоднозначности типов и свойств коллекторов в пределах резервуара, нерешенности ряда важнейших вопросов оценки трещиноватости и ее пространственной изменчивости. В частности, в Казахстане в настоящее время есть три подземных газохранилища, из них два на юге – «Полторацкое» в Южно-Казахстанской области и «Акыртобе» в Жамбылской области и одно на западе страны – «Бозой» в Актюбинской области[1]. Их суммарная мощность составляет 4,65 млрд куб. метров активного газа. Подземным хранилищем газа, созданным в трещиноватом коллекторе истощенного нефтегазоконденсатного месторождения, является Бозойское ПХГ (с активным объемом хранения 4 000 000 тыс.м^3), расположенное в Актюбинской области. Полторацкое ПХГ в Южно-Казахстанской области (с активным объемом хранения 350 000 тыс.м^3) Искусственно созданное "Полторацкое" начало эксплуатироваться с 1967 года. Газохранилище состоит из двух куполов: "Западный" и "Восточный". Глубина 550-600 м., потенциальный объем - 400 млн. кубометров, в том числе купол "Восточный" - порядка 120 млн. и "Западный" - 280 млн. кубометров. С 1961 года по 1965 год на Полторацкой площади было пробурено 35 разведочных скважин. По полученным данным выявили Чанакский пласт-коллектор Полторацкой структуры, который до настоящего времени является хранилищем закачанного газа. Он представляет собой рыхлый слой из гравия, песчаника, песка с прослойками глины. Слой заключен между непроницаемыми глиняными пластами. По своим характеристикам Чанакский пласт-коллектор – сложная геологическая структура. Чтобы превратить пласт в действующее хранилище, было пробурено 99 скважин и построено много технологических сооружений.

В настоящее время в ряде стран СНГ отсутствует опыт и теоретические основы создания ПХГ в трещиновато-пористых карбонатных коллекторах водоносных структур. Слабо изучены влияние

циклического воздействия (нагнетание и отбор газа) на указанные пласты- коллекторы и особенности формирования газовой залежи в таких структурах, вследствии чего необходимы новые решения, позволяющие решить данную проблему [1-4].

В работе [2] предложен методический подход к определению эффективного технологического режима работы скважин подземного хранилища газа на основе его геологической модели. В последнее время для решения задач подземного хранения газа активно создаются и используются трехмерные постоянно действующие геолого-технологические модели (ПДГТМ). Под этим термином традиционно подразумевается комплекс из детальной трехмерной геологической модели объекта и построенной на ее основе гидродинамической модели. Поскольку создание геологических моделей ПХГ подразумевает упорядочивание и комплексирование всей имеющейся геолого-геофизической информации, создание и использование таких моделей позволило бы детально изучить геологическое строение пластов-коллекторов, используемых для хранения газа, пластов-покрышек, контрольных горизонтов и вышележащих отложений.

Рассматривая способ определения эффективных (индивидуальных) режимов эксплуатации скважин с использованием ПДГТМ, можно сформулировать следующее. Под технологическим режимом работы скважин ПХГ понимается оптимальный дебит скважины, установленный по совокупности научно обоснованных параметров на основании изучения ФЕС объекта эксплуатации (ОЭ) и газодинамических исследований [2]. Одним из необходимых условий для обеспечения корректности результатов оценки ФЕС пласта-коллектора является наличие корректной геологической модели объекта, достоверно воспроизводящей изучаемые свойства. Практика построения геологических моделей ПХГ показывает, что задача геологического моделирования ПХГ, хотя и близко родственна задаче геологического моделирования нефтегазового месторождения, все же обладает рядом существенно специфичных черт, требующих применения специализированных методик и подходов [2-9].

На практике, обеспечение корректности геологических моделей ПХГ, особенно если речь идет о моделях ПХГ в водоносном пласте, не гарантируется ни применением популярных программных продуктов, ни встроенных в них инструментов моделирования, требуя от геолога-моделиста понимания специфики решаемой задачи и осознанного выбора используемых для этого программных средств. Данная проблема усугубляется тем, что геологическое моделирование объектов ПХГ традиционно выполняется в программных пакетах, изначально разработанных для геологического моделирования нефтяных месторождений. Инструментарий этих пакетов, заложенные методические приемы, руководства пользователя ориентированы на моделирование месторождений и не учитывают специфику моделирования объектов ПХГ [2-5].

Характерной чертой объектов ПХГ в водоносном пласте является существенная площадная неоднородность размещения скважин, обусловленная особенностями эксплуатации данных объектов. Как правило, это выражается в существенно более плотном расположении скважин в центральной и купольной частях структур при существенно более разреженном их расположении в краевых частях. Расстояния между ближайшими скважинами могут многократно различаться. Особенности проведения разведочных работ и эксплуатационного бурения обуславливают также высокую вертикальную неоднородность распределения исходных данных. Помимо того, что более глубокозалегающие горизонты охарактеризованы меньшим количеством возможных негативных последствиях их применения [2].

В работе [10] предложена разработка методики оценки перспективности водоносных трещиновато-пористых карбонатных коллекторов для создания подземных хранилищ газа. На основании анализа существующих подходов к рациональной оценке буферного объема газа выполнено обоснование необходимых условий пригодности геологических объектов для подземного хранения газа в трещиновато-пористых карбонатных коллекторах водоносных структур, учитывающих:- геолого-физические параметры; - технологические ограничения на режимы эксплуатации скважин и компрессорной станции, а также постановка и решение задачи выбора оптимального буферного объема газа и обоснование необходимых условий пригодности геологических объектов для создания подземного хранения газа в трещиновато-пористых карбонатных коллекторах водоносных структур.

На основании гидродинамического моделирования трещиновато-пористых карбонатных коллекторов: а) предложено необходимое (первое) условие пригодности геологической структуры для подземного хранения газа, основанное на построении зависимости минимально допустимого

буферного объема газа от псевдокривизны пласта (характеристика трещинноватости) и проницаемости поровой матрицы (характеристики пористой среды). Указанные характеристики позволяют учитывать главные особенности процессов фильтрации пластовых флюидов в трещиновато-пористых карбонатных коллекторах. В данном случае, под минимально допустимым буферным объемом газа понимается буферный объем, снижение которого ведет к самозадавливанию скважин. Сформулировано условие, позволяющее на основе информации о геолого-физических параметрах пласта-коллектора, т.е. без выполнения подробных технологических расчетов, и, не прибегая к подробному геолого-гидродинамическому моделированию, выявить геологические структуры, неперспективные для подземного хранения газа; б) обосновано необходимое (второе) условие пригодности геологической структуры для подземного хранения газа, учитывающее технологические ограничения на режимы эксплуатации скважин и компрессорных станций. Применение условия требует проведения технологических расчетов и гидродинамического моделирования и позволяет оценить перспективность создания ПХГ в заданной геологической структуре с точки зрения предполагаемой технологии эксплуатации скважин и компрессорных станций (КС). Кроме этого сформулированное условие позволяет оценить предельный (максимально допустимый) активный объем газа, который может быть обеспечен эксплуатацией ПХГ, создаваемого в данной геологической структуре; в) сформулирована задача выбора оптимального буферного объема газа, которая отличается от предыдущих постановок, аналогичных по целям. Данная методика использует критерий оптимальности, а это минимум суммарных затрат газа на создание буферного объема и его затрат, связанных с компримированием нагнетаемого и отбираемого газа; также учитывается более полный перечень ограничений, включающий не только обеспечение заданного активного объема газа, но и технологические требования, связанные с допустимыми режимами эксплуатации скважин, допустимой степенью обводнения скважин на этапе его отбора из ПХГ, максимально допустимой величиной пластового давления, максимально допустимым объемом, заполняемым газом в пласте-коллекторе; и кроме того, предложен разработанный метод решения поставленной задачи, критерием которой является минимизация затрат газа на создание буферного объёма газа и на его компримирование. В целом, он позволяет обойти трудности, связанные с нелинейным характером целевой функции и ограничений поставленной задачи оптимизации.

Таким образом, применение разработанных критериев выбора геологических объектов, приуроченных к трещиновато-пористым коллекторам водоносных структур, для создания подземных хранилищ газа, а также метода оптимизации буферного объема газа направлено на повышение эффективности проектирования процессов создания и циклической эксплуатации ПХГ в таких геологических структурах за счет снижения риска принятия проектных решений с низкой степенью обоснованности. Следовательно, разработка методики оценки геолого-промысловых и технологических возможностей создания и эксплуатации ПХГ в карбонатных коллекторах водоносных структур, направленной на снижение технологических рисков и повышение степени обоснованности проектных решений является актуальной и весьма перспективной.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Макашев Е.Б., Кумар Б.К. Улучшение эксплуатационных характеристик и повышение эффективности ПХГ. Вестник ПГУ. Серия Энергетическая. 2012. № 3-4. - С. 156-161.

[2] Алькин В.А., Дегтерёв А.Ю., Кулешов В.Е. Методический подход к определению эффективного технологического режима работы скважин подземного хранилища газа на основе его геологической модели. Известия Коми научного центра УрО РАН. Выпуск 3(19). Сыктывкар, 2014. - С.121-126.

[3] Алькин В.А., Исхаков А.Я., Кан В.Е. Определение оптимального объема закачки газа по скважинам при эксплуатации газохранилищ (на примере Увязовского ПХГ) // Научно-технический журнал. «Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений». 2012. - №2. - С. 12-24.

[4] Дегтерёв А.Ю. Актуальные методы геологического моделирования ПХГ // Сборник научных статей аспирантов и соискателей ООО «Газпром ВНИИГАЗ». М.: Газпром ВНИИ-ГАЗ, 2012. - 162 с.

[5] Исхаков А.Я., Алькин В.А. Прогноз водного фактора на примере подземного хранилища газа, созданного в водоносном пласте // Научно-технический журнал. «Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений». №9. 2011. - 72 с.

[6] Дегтерёв А.Ю. Количественная оценка достоверности геологического моделирования в условиях нестационарности геостатистических характеристик геологической среды //II научно-практическая конференция «Новые технологии в газовой отрасли: опыт и преемственность». М.: ООО «Газпром ВНИИГАЗ», 2010. - 41 с.

[7] Дегтерёв А.Ю., Кан В.Е. Проблемы достоверности моделирования неоднородно изученных геологических объектов // III Межд. научно-практическая конференция и выставка «Мировые ресурсы и запасы газа и перспективные технологии их освоения» (WGRR-2013). М., 2013. - С 36-45.

[8] Дегтерёв А.Ю., Гришин А.В., Кан В.Е. Контроль факторов геологической неопределенности при моделировании ПХГ// III Международная научно-практическая конференция «Подземное хранение газа: надежность и эффективность» (UGS-2011). М., 2011. - С. 65-75.

[9] Бузинов С.Н., Михайловский А.А., Соловьев А.Н., Парфенов В.И. Щелковское подземное хранилище газа: проблемы, решения и перспективы. Обз. информ. Транспорт и подземное хранение газа. М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2003.- 59 с.

[10] Воронова В. В. Разработка методики оценки перспективности водоносных трещиновато-пористых карбонатных коллекторов для создания подземных хранилищ газа: диссертация ... кандидата технических наук: 25.00.17 / [Институт проблем нефти и газа Российской академии наук (ИПНГ РАН)].- М., 2014. - 111 с.

Голубев В.Г. Орынбасаров А.К. Нарманов М.М., Ордабек Ж.Р., Джусенов А.У.

Жерасты газ қоймаларын құру үшін сулы карбонатты коллекторларды бағалау әдістемесін әзірлеу мәселесіне

Түйіндеме. Бұл жұмыста жерасты газ қоймаларын құру үшін сулы карбонатты коллекторларды бағалау әдістемесі мәселелері өзектілендірілді. Сулы құрылымдардың жарықшақты-кеуекті коллекторларына ұштастырылған геологиялық объектілерді таңдаудың, сондай-ақ негізділік деңгейі төмен жобалық шешімдерді қабылдау тәуекелін төмендету есебінен осындай геологиялық құрылымдарда гг-ны құру және циклдік пайдалану процестерін жобалау тиімділігін арттыруға бағытталған буферлік газ көлемін оңтайландыру әдісінің әзірленген критерийлері ұсынылды. Технологиялық тәуекелдерді азайтуға және жобалық шешімдердің негізділік дәрежесін арттыруға бағытталған Сулы құрылымдардың карбонатты коллекторларында ЖГҚ құру мен пайдаланудың геологиялық-кәсіпшілік және технологиялық мүмкіндіктерін бағалау әдістемесін әзірлеу өте перспективалы болып табылады.

Түйін сөздер: жерасты газ қоймасы, жарықшақты-кеуекті коллекторлар, сулы құрылымдар, процестерді жобалау.

УДК 004.896

N.T. Zhetenbaev, G.K. Balbayev

ARTIFICIAL MUSCLES IN ROBOTICS AND INDUSTRY

Abstract: Flexible pneumatic artificial muscles are provided, the bases of which are flexible wind shells reinforced with elastic non-stretchable threads. In the literature there are various names of such artificial muscles as: artificial muscles with flexible elements, pneumatic artificial muscles, mechanical artificial muscles, etc. First of all, the article describes the device and the principle of operation of artificial muscles. Next, we showed manufacturers of artificial muscles and promising world developments in this area. In addition, we considered samples of the use of artificial muscles in robotics and gave a complete comparative analysis of the artificial muscles in question.

Key words: artificial muscles; pneumatic artificial muscles; mechanical artificial muscles; robot.

[1]Н.Т. Жетенбаев, [2]Ғ.Қ. Балбаев
([1]Satbayev University, Алматы, Қазақстан
[2]Алматы Энергетика жәнеБайланысУниверситеті, Алматы, Қазақстан
*E-mail: nursultan.zhetenbaev@mail.ru)

РОБОТОТЕХНИКА ЖӘНЕ ӨНЕРКӘСІПТЕГІ ЖАСАНДЫ БҰЛШЫҚ ЕТТЕР

Аннотация: Негізінде иілгіш үрмелі қабықша құрайтын, иілімді созылмайтын жіптермен арматураланған иілімді пневматикалық жасанды бұлшықеттер қарастырылады. Әдебиеттерде осы сияқты жасанды бұлшықеттердің әр түрлі атаулары келтіріледі: иілімді элементтері бар жасанды бұлшықеттер, пневматикалық жасанды бұлшықеттер, механикалық жасанды бұлшықеттер және т.б. Бірінші кезекте мақалада жасанды бұлшықеттер құрылысы мен жұмыс істеу принципі сипатталған. Ары қарай біз жасанды бұлшықеттер өндірушілерін және осы саладағы болашағы бар әлемдік әзірлемелерді көрсеттік. Сонымен бірге біз робототехникада жасанды бұлшықеттерді пайдалану үлгілерін қарастырдық және қарастырылатын жасанды бұлшықеттердің толық салыстырмалы талдауы келтірілген.

Түйін сөздер:жасанды бұлшықеттер; пневматикалық жасанды бұлшықеттер; механикалық жасанды бұлшықеттер; робот.

Соңғы уақытта техникада күштік жұмсақ қабықшалар қолданылған конструкциялар кең қолданыс таба бастады.Үрлемелі, көбінесе тұйықталған, арматураланған қабықшалар манипуляторлардың және басқа автоматтандыру құралдарының жетектерінің күш бөліктерінің дәстүрлі емес шешімі ретінде қолданылуы мүмкін[1-2-3].

Мұндай конструкциялар бұрыннан бері белгілі болғанымен, жаңа материалдар мен технологиялардың пайда болуымен, идеядан тәжірибелік жүзеге асыруға көшу мүмкін болды.

Жасанды бұлшықеттердеп иілімді созылмайтын байланыстармен арматураланған иілгіш қабықшадан тұратын пневматикалық конструкцияны айтамыз. Иілімді байланыстар жеке жіптердің, арқан немесе торлардың жүйесі болып табылады. Әдебиетте мұндай жетектер сонымен бірге: «пневматикалық бұлшықеттер», «механикалық бұлшықеттер», «қабықшалы типті қозғалтқыштар», «иілімді немесе иілімді-иілгіш элементтері бар бұлшықеттер» және т.с.с. деп аталады. Осындай қозғалтқыштың жұмыс істеу принципі қабықшасының герметикалық қуысына жұмыс денесі (әдетте ауа) келген кезде қабықша үрленеді және иілімді байланыстарға тіреледі. Орындаушы механизмдердің буындарын іске қосатын күш туындайды[2-3].

1-сурет. McKibben бұлшықеті

Ең танымал иілімді жетек McKibbenMuscle бұлшықеті болып табылады. Бұл бұлшықетті Джерри Маккибен деген дәрігер ортопедиялық мақсатта өткен ғасырдың елуінші жылдары осы жасанды бұлшықет пен адамның қаңқа бұлшықетінің арасындағы «созушы күш-жиырылу» сипаттамаларының ұқсастығына байланысты енгізген. Ол жіптерден алынған тор-ораммен 2 арматураланған, ромб ұяшықтар түріндегі жиынтық ретінде спиральді айқастырылып қойылған жіптерден алынған жұқа қабырғалы иілгіш түтікше 1 болып табылады (1 сур.) [3]. Қабықшаның шеттері жалғағыш элементтерде герметикалы бекітілген. Түтікшедегі қысым жоғарылаған кезде (әдетте материалдың шектеулі беріктілігіне байланысты 0,5 – 0,8 МПа дейін) бұлшықеттің жиырылуы мен созғыш күштің өзгеруі жүреді[1-2-3].

Осы кезде орын алатын процестерді жақсы түсіну үшін термодинамиканың дифференциалды теңдеулерін пайдаланамыз [4]. dt уақыт аралығында p салыстырмалы қысымдағы бұлшықет қабықшасына газдың dm шексіз кішкентай массасы беріледі. Нәтижесінде қабықша көлемі dV ұлғаяды, ал кеңею жұмысы келесі өрнекпен анықталады:

$$\mathrm{d}W_m = pdV. \tag{1}$$

Осы dt уақытта бұлшықет ұзындығы dl шамасына өзгереді, ал F сыртқы жүктемені жеңу бойынша жұмыс шамасы төмендегі теңдеумен анықталады:

$$\mathrm{d}W_l = -Fdl. \tag{2}$$

Иілгіш қабықша материалының деформациясын және бұлшықеттің инерциялық қасиеттерін есепке алмай, (1) кеңею жұмысы мен (2) жүктемені жеңу бойынша жұмыс шамаларын теңестіреміз. Сол кезде бұлшықеттің созушы күшін келесідей жазуға болады [4]:

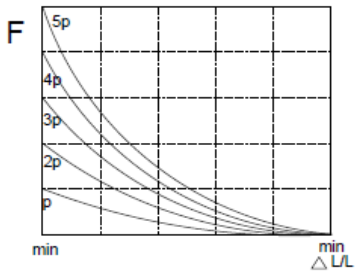
$$F = -p\frac{dV}{dl}. \qquad (3)$$

(3) тәуелділіктен шығатын анық заңдылықтарды белгілеп өтейік:

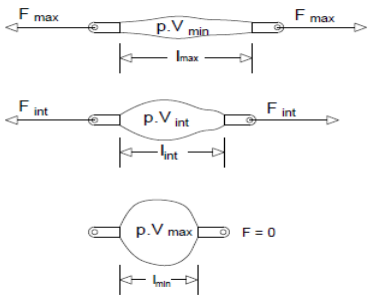
1. Туындайтын күштер қабықшадағы газдың салыстырмалы қысым шамасына тура пропорционал.

2. Туындайтын күштер сонымен бірге ұзындықты есепке алғандағы көлем өзгерісіне де тәуелді болады. Егер жетек артық қысым (p>0) кезінде жұмыс істесе, онда көлем ұзындық қысқарғанда артады.

3. $-{dV}/{dl}$ өрнегінің өлшемділігі м^3/м=м^2. (3) тәуелділігін дәстүрлі пневмоцилиндрден туындайтын күшке арналған тәуелділікпен салыстыра отырып, $-{dV}/{dl}$ өрнекті поршень ауданының аналогы деп есептеуге және жетектің тиімді ауданы деп атауға болады. Дәстүрлі цилиндрдегі күш орын ауыстыруына тәуелсіз тұрақты болып қалатын қысым мен поршень ауданына ғана тәуелді болады. Иілімді жетекте тұрақты қысым кезінде тиімді ауданға тәуелді болады.



3-сурет. Иілімді жасанды бұлшықеттің статикалық сипаттамалары



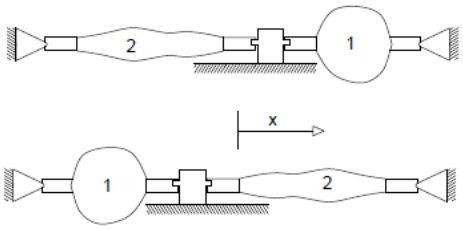
2-сурет. Еркін жасанды бұлшықеттержұмысы

Пневмо бұлшықет ұзындығы l_{max} мәнінен l_{min} дейін қысқарған кезде көлемі V_{min} мәніненV_{max} мәніне дейін артады, жетектің тиімді ауданы кішірейеді, ал күш F_{max} мәнінен нольге дейін төмендейді(сурет. 2). Пневмо бұлшықеттердің кейбір типтері үшін ${\Delta l}/{l}$ нольдік қысқарған кезде теория жүзінде туындайтын күш шексіздікке ұмтылуы мүмкін (сурет. 3).

Пневмобұлшықеттің қаттылығы *K*, Н/м(3) өрнектен келесідей анықталады:

$$K = \frac{dF}{dl} = -\frac{dp}{dV}\left(\frac{dV}{dp}\right)^2 - p\frac{d^2V}{dl^2}. \qquad (4)$$

(4) өрнегіндегі бірінші құраушы газдың сығылғыштығымен анықталады, бұл пневможетектің барлық түрлері үшін тән. Екіншісі изобаралық процесс жағдайында $-{dV}/{dl}$ айнымалы тиімді ауданмен анықталады. Қысымның ұлғаюы жетек қаттылығын арттыратындығы анық.



4-сурет. Антагонистикалық жұп

Табиғи аналогтары сияқты пневмо бұлшықеттер жиырылуға жұмыс істейтін бір жақты әрекет ететін жетектер болып табылады. Екіжақты қозғалысқа мүмкіндігі біреуі антагонистті болатын екі жетекті қолдану арқылы қол жеткізіледі. 1 және 2 жетектерді осылай қосуды ілгерілемелі (сурет. 4) немесе айналмалы бола алатын антагонисттік жұп деп атауға болады.

Антагонисттік жұптың орны сыртқы жүктемемен, жетектердің қысымдары мен тиімді аудандарының қатынасымен анықталады. p_1 жәнеp_2 қысымдар өзгерген кезде орнату x координатасымен анықталатын жаңа тепе-тең күйге келеді. Бұлшықеттердің алғашқы ұзындықтарын l_{10} және l_{20} деп, ал бұлшықеттердің тиімді ауданын $-{dV}/{dl}$ белгілеп, $f_i(l_i)$ арқылы (3) теңдеуден әр бұлшықеттің созу күшін анықтаймыз:

$$F_1 = -p_1 f_1(l_{10} - x); \quad F_{12} = -p_1 f_1(l_{10} + x). \tag{5}$$

Екі бұлшықеттер де сәйкес деп алып, антагонисттік жұптың орын ауыстыратын жүктемеге қорытынды күші

$$F = F_1 - F_2 = -p_1 \frac{dV_1}{dl_1} + p_2 \frac{dV_2}{dl_2} = p_1 \frac{dV_1}{dx} + p_2 \frac{dV_2}{dx}. \tag{6}$$

Антагонисттік жұптың қаттылығы келесідей анықталады

$$K = -\frac{dF}{dx} = -\frac{dp_1}{dV_1}\left(\frac{dV_1}{dx}\right)^2 - \frac{dp_1}{dV_2}\left(\frac{dV_2}{dx}\right)^2 - p_1 \frac{d^2V_1}{dx^2} - p_2 \frac{d^2V_2}{dx^2}. \tag{7}$$

(7)теңдеу антаноисттік жұптың қаттылығы қысым артқан кезде жоғарылайтындығын көрсетеді.

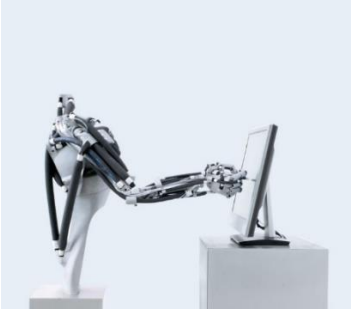
Өткен ғасырдың соңында жасанды бұлшықеттер өндірісінен келетін қаржылық болашақтар бірнеше ғылыми орталықтың бір уақытта осындай жетектерді әзірлеу мен өндіру бойынша жұмыстарды бастауына алып келді. Германияда осындай орталық FESTOконцерні, Англияда Shadow robot company компаниясында, АҚШ –SRI Internationalкомпаниясында, Жапонияда Bridgestone Rubber Company компаниясы болды. Бельгияда жұмыстар D. Lefeber жетекшілігімен Брюссель Еркін Университетінде жүргізіледі. Ресейде механикалық бұлшықеттер «Павловск автобус» ААҚ және «Мехинструмент» ААҚ қаржылық қолдауымен «Басқару жүйелері және жетектер» ҒЗИ және кейбір университеттерде әзірленген[3].

Икемді жетектердің өндірісіндегі көшбасшы пневматиканың әлемдік нарығының 60 % дейін бөлігін құрайтын немістің FESTO концерні болып табылады [5]. Концернге 58 тәуелсіз компания кіреді, 250 астам филиалдары және тағы 39 елде өкілдері бар[2-3].

176 елде сатылымнан кейін қызмет көрсету жүзеге асырылады. Қызметкерлер саны шамамен 13500, тауар айналымы 1,3 млрд евро B. Lorens жетешклігімен FESTO концернімен MAS пневматикалық бұлшықетінің конструкциясы әзірленген (сурет. 5). Оның өндірісінде көлемді ромб торын құрастырудың жоғары технологиялық принципі пайдаланылған. Эластомержің жұқа түтікшесінің үстінен күшейткіш полимердің жұқа қабығы қойылады және арматуралаушы жіп спиральмен қойылады. Ары қарай қайтадан күшейткіш полимер қабаты қойылады және қарама қарсы бағыттағы арматуралаушы жіп орнатылады. Алынған ромбты торға соңғы полимер қабатын құяды. Жиырылу басталғандағы туындайтын тарту күштері диаметрі тура осындай пневматикалық цилиндрдегі күшке қарағанда 10 есе үлкен[5-6].

5-сурет. MAS пневматикалық бұлшықет

1 кестеде шығарылатын диаметрлері 10, 20 және 40 мм MAS бұлшықеттерінің негізгі сипаттамалары келтірілген [7].FESTO концерні өздерінің әзірлемелерінде пневмобұлшықеттерді белсенді түрде пайдаланады (сурет. 6).



6-сурет. FESTO концернінің роботы

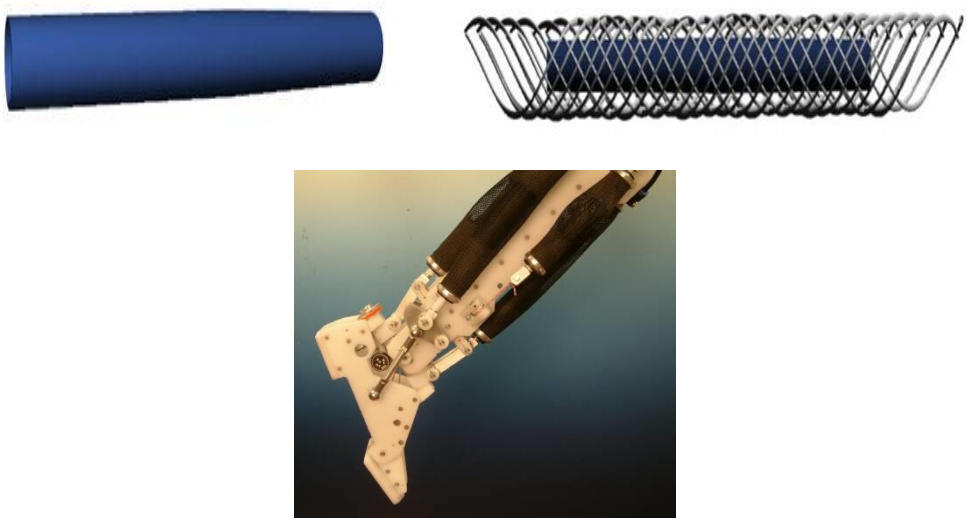
1-кесте . MAS пневматикалық бұлшықеттердің сипаттамалары

MAS пневматикалық бұлшықеттің типтік өлшемі	Түтікшенің бастапқы диаметрі, мм	Максипмалы рұқсат етілген жұмыс қысымы, МПа	Максималды жиырылуы,% номинал ұзындықтың	0,6 Мпа қысым кезіндегі максималды күш, Н
MAS-10	10	0,8	20	400
MAS-20	20	0,6	20	1200
MAS-40	40	0,6	25	4000

Shadow Robot Company британдық компания 1987 жылы Ричард Гринхилл негізіқаланғанжәне1982 жылдан бастап ShadowAirMuscle ауа бұлшықетін әзірлейді [8]. Бұлшықет торлы шұлық түріндегі қабықшамен қапталған резіңке түтікшеден орындалған (сурет. 7.) [5-6].

Сығылған ауаның қысымы салыстырмалы түрде жоғары емес және 0,4 Мпа шамасынан аспайды. Түтікшен алдын ала аз шамаға созылатындықтан Air Muscle түтікшесі бастапқы ұзындығының 40 % дейін сығылады.

ШығарылатынShadow Air Muscle күштік сипаттамалары салыстырмалы түрде жоғары емес (кесте 2). Shadow Robot Company гуманоид роботтар үшін механикалық қолды әзірлеумен айналысады. DexterousHand соңғы модельдерінің бірі 24 еркіндік дәрежесіне ие[6-7].



7-сурет. ShadowAirMuscleконструкциясы

8-сурет. Шеге деформациясы бойынша Airmuskle жұмысының көрінісі

2-кесте. AirMuscle сипаттамасы

AirMuscle типтік өлшемі	Түтікшенің бастапқы диаметрі, мм	Орнату ұзындығы, мм	Фитинг диаметрі, мм	0,3 Мпа қысым кезіндегі күш, Н	Максималды күш, Н
	6	150	4	30	70
	20	210	4	200	200
	30	290	4	350	700

DirkLefeber 1990-шы жылдардан бастап және Брюссель Еркін Университетінің т.б. зерттеушілері *плиссирленген немесе горфрирленген пневматикалық* деп аталатын *жасанды бұлшықеттерді* әзірлеуде [9]. Осындай бұлшықеттердің ерекшеліктері иілімді жіптер орнатылатын бойлық қатпарлары бар гофриленген қабықша болып табылады (сурет. 9).Қысым жоғарылаған кезде қатпар ашылады, бұл қабықшадағы радиал кернеуді төмендетеді. Жетек басқа иілімді жетектерге қарағанда ең жоғары жиырылуға және максималды статикалық сипаттамаларға ие екендігі атап айтылады [6-7].

9-сурет. Гофрирленген пневматикалық бұлшықет

Әзірленген гофрирленген пневмо бұлшықеттер Lucy екі аяқты адымдағыш роботтың жетегінде қолданылады (сурет. 10). Бұл алты еркіндік дәрежесі бар модульді робот, әр буыны гофрирленген пневмобұлошықеттер жұбымен антагонистті қозғалысқа келтіріледі. Тағы бір жоба өзінің салмағы бар болғаны 25 кг болатын жүк көтергіштігі 50 кг дейін жететін көшіргіш манипулятор болып табылады. Жетек бұлшықет топтары жұптарымен жүзеге асырылады [8-10].

Иілгіш жетегінің әр тобы бұлшықеттің төрт секциясынан, иілдірушілердің әр тобы үш секциясынан тұрады. Осылайша, орын ауыстырудың үлкен диапазонына қол жеткізіледі.

10-сурет. Адымдағыш Lucy роботы

Зерттеу нәтижелерін адам қолының функцияларын сауықтыру және қалпына келтіру үшін пайдалану болжалынып отыр[1-2-3].

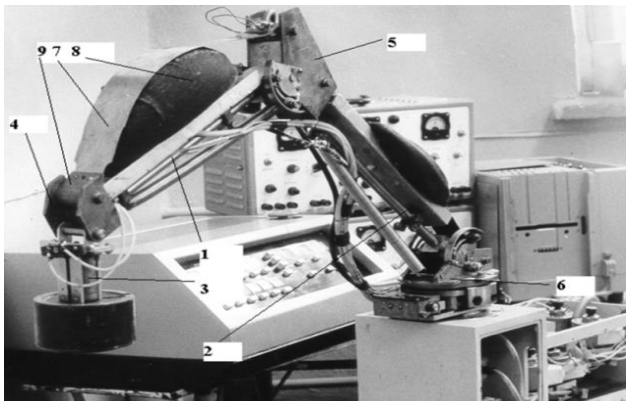
Басқару жүйесі және жетектер ҒЗИ (Ставрополь қ. Ресей) А.Н.Марти басқаруымен MATIS механикалық бұлшықетті әзірледі [9]. Онда бұлшықет шеттеріне бекітілген бойлық, сонымен бірге көлденең жіптермен бекітілген иілгіш қабықшаны сыртқы арматуралау сызбасы пайдаланылады (сурет. 11). Бойлық және көлденең арматурлау жіптері бұлшықеттердің анизотропты қасиеттерін қамтамасыз етеді: біріншілері бұлшықет осінің бойымен қабықшаның жиырылуын қамтамасыз етеді, ал екіншілері қабықшаның көлденең деформациясын шектейді.

11-сурет. MATIS механикалық бұлшықеттер

ҒЗИ «Павловск автобус» ААҚ және «Мехинструмент» ААҚ бірге MATIS механикалық бұлшықетінің негізінде: автобустардың қойылмалы есіктерінің жетектерін; автобустардың желдеткіш люктерін; автобустардың артқы көрініс айналарының орнын келтіру жетегін; жүргізуші отырғышының пневмоаспасын; отын аппаратурасының қашықтықтағы жетегін; механикалық беріліс қорабын қашықтықтан басқару жетегін; тежеу механизмінің қашықтықтағы жетегін; жұмыс органы иілімді және механикалық бұлшықеттері бар манипулятор; құрғақ престеу әдісімен цемент-бетон қоспаларды пластикалық деформациялау үшін пресс секциясын; пластмасса бұйымдарды престеу үшін арнайы технологиялық жабдықты; геофизикалық аспаптың сызықты қозғалтқышын; МИ 38-с тікұшақ винтінің қадамды күшейту жетегін әзірледі [9].

Зерттеулер басқа Ресейлік Уинверситеттермен де жүргізіледі. Осылайша, «Военмех» Балтық Техникалық Университетінде (Санкт-Петербург қ.) иілімді жетектердің математикалық модельдерін әзірлеу (олар қабықшалы типті қозғалтқыштар деп атайды) және тікұшақ винтінің жалпы қадамын басқару каналының қадағалаушы каналындағы күштік қабықшалы элементтерді пайдалану бойынша жұмыстар жүргізілуде.

Магнитогорск Техникалық Университетінде жетек элементтерінің иілімді байланыстары ретінде болат таспаларды пайдалану бойынша зерттеулер жүргізілген екен. МП-9С өнеркәсіптік робот негізінде эксперименттік манипулятор әзірленген (сурет.12).Машина жасау және металлургия саласының манипуляторларын әзірлеу үшін негіз болатын манипуляторлардың тәжірибелік конструкциялары жасалған[9].



12-сурет. Иілімді жетек элементтері бар өнеркәсіптік роботтың эксперименттік манипуляторы:
1, 2 – манипулятор буындары; 3 –манипулятор қармауы; 4, 5 – жалғағыш элементтер; 6 –манипулятор негізі; 7– жетек элементі; 8 – жұмыс баллоны; 9 – жетек бекітпесі

Соңғы жиырма жылдықта медицинада, авиация-ғарыш өнеркәсібінде, био және өнеркәсіптік робототехникада, машина жасауды автоматтандыруда және т.б. салаларда жасанды бұлшықеттерөндірістік және ғылыми пайдаланудың айтарлықтай ұлғаюы бақыланады.

Дәстүрлі жетектермен салыстырғанда пневмоцилиндрлердің негізіндегі жасанды бұлшықеттердің анық артықшылықтары: алынатын күш мәні айтарлықтай жоғары (әсіресе жиырылу диапазонының басында), жылдамдықтарды реттеу диапазоны үлкен, жетектің қозғалмалы бөліктерінің арасында үйкеліс төмен, бағасы айтарлықтай төмен, ішкі қуысты толық герметикалау мүмкіндігі, меншікті қуаты үлкен, газды тұтынуы төмен, эксплуатациялық шығындары төмен. Алайда олардың кейбір кемшіліктері де бар: сызықты қозғалтқыштың орын ауыстыру диапазоны ұзындықтың кішкентай бөлігін құрайды, жұмыс температурасының диапазоны төмен, және ерекшеліктері: орындаушы қозғалтқыштың бейсызық сипаттамалары бір жақты әрекет ететін жетек болып табылады.

Осылайша, иілімді бұлшықеттер дәстүрлі жетектерге қарағанда әлдеқайда артықшылықтарға ие, бірақ оларды пайдалану салыстырмалы түрдеяғни, ғылыми зерттеулер аз жүргізілген.

ӘДЕБИЕТ

[1] Жетенбаев Н.Т.,Балбаев Г.К., «Искусственные мышцы в бионике и робототехнике»«Сатпаевские чтения» Том 1,. г. Алматы, Казахстан,11 апреля 2019 г.Стр. 1138-1142.

[2] Anderson, I.A., et al. Multi-functional dielectric elastomer artificial muscles for soft and smart machines. Journal of Applied Physics, 2012, Vol.112., No.4.

[3] Kocis, P. and Knoflicek, R. Artificial Muscles, Part 1: History and Introduction (in Czech). ISSN 1212-2572. Praha: MM Prumyslove spektrum, 2016.

[4] Kocis, P. and Knoflicek, R. Artificial Muscles, Part 2: Pneumatic Muscles (in Czech). ISSN 1212-2572. Praha: MM Prumyslove spektrum, 2016.

[5] Kocis, P. and Knoflicek, R. Artificial Muscles, Part 3: Dielectric Elastomers – First Section (in Czech). ISSN 1212-2572. Praha: Prumyslove spektrum, 2016.

[6] Kopecny, L. Modelling and Using of McKibben Pneumatic Muscle. Brno: VUT Brno, 2009.

[7] Moghadam, A.A.A., et al. Development of a novel soft parallel robot equipped with polymeric artificial muscles. Smart Materials and Structures, 2015, Vol.24, No.3.

[8] O'Brien, B.M. and Anderson, I.A. An artificial muscle ring oscillator. IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, 2012, Vol.17, No.1, pp. 197-200.

[9] Точилкин В.В., Умнов В.И. «Разработка металлургического манипулятора с гибкими приводными элементами»,. Современные материалы, техника и технология: материалы международной научно-практической конференции (22 декабря 2011 г.). – Курск: Юго-Зап. гос. ун-т, 2011. – С. 321–323.

[10] Daerden F., Lefeber D. «Pneumatic artificial muscles: actuators for robotics and automation»,.European Journal of Mechanical and Environmental Engineering, Vol. 47, 2002, pp 10-21.

Жетенбаев Н.Т., Балбаев Ғ.Қ

Искусственные мышцы в робототехнике и промышленности

Резюме: Предусматриваются гибкие пневматические искусственные мышцы, основы которых составляют гибкие духовые оболочки, армированные эластичными не растягиваемыми нитями. В литературе

приводятся различные названия таких искусственных мышц, как: искусственные мышцы с гибкими элементами, пневматические искусственные мышцы, механические искусственные мышцы и т. д. В первую очередь в статье описаны устройство и принцип действия искусственных мышц. Далее мы показали производителей искусственных мышц и перспективных мировых разработок в этой области. Кроме того, мы рассматривали образцы использования искусственных мышц в робототехнике и производствеи приводили полный сравнительный анализ рассматриваемых искусственных мышц.

Ключевые слова: искусственные мышцы; пневматические искусственные мышцы; механические искусственные мышцы; робот.

УДК 621.39

M.K. Nurgaliyev, A.K. Saymbetov, B.M.Omarali, N.B. Kuttybay,
D.Kh. Tukymbekov, G.B. Dosymbetova
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan
Email: madiyar-08@mail.ru)

WIRELESS TRANSCEIVERS BASED ON LORA TECHNOLOGY WITH DIFFERENT TERMINAL DEVICES

Abstract. The work is devoted to wireless transceivers based on LoRa technology. The paper considers several types of radio modules existing on the wireless technology market, terminal devices are manufactured, and experiments using these devices are carried out. Radio modules with different output power were used and their range and signal power were measured depending on the distance between the receiving and transmitting devices. Power consumption of LoRa radio modules were carried out. The obtained data can be used in the development and deployment of an autonomous wireless sensor network.

Key words: wireless sensors networks, radio modules, LoRa technology, energy consumption, autonomous systems.

М.К. Нұрғалиев, А.К. Саймбетов, Б.М. Омарали, Н.Б. Құттыбай ,
Д.Х. Тукымбеков, Г.Б. Досымбетова
(Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан Email: madiyar-08@mail.ru)

БЕСПРОВОДНЫЕ ПРИЕМОПЕРЕДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА НА ОСНОВА ТЕХНОЛОГИИ LORA С РАЗЛИЧНЫМИ ОКОНЕЧНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

Аннотация. Работа посвящена беспроводным приемопередающим устройствам на основе технологии LoRa. В работе рассмотрены несколько типов радиомодулей, существующих на рынке беспроводных технологий, изготовлены оконечные устройства и проведены эксперименты с использованием данных устройств. Были использованы радио модули с различными выходными мощностями и измерены их дальности действия и мощность сигнала в зависимости от расстояния между приёмным и передающим устройством. Измерены мощности потребления данных радио модулей LoRa. Полученные данные могут быть использованы при разработке и развертывании автономной беспроводной сенсорной сети.

Ключевые слова: беспроводные сенсорные сети, радио модули, технология LoRa, энергопотребление, автономные системы.

1.Введение

Беспроводные сенсорные сети (БСС) лежат на основе постоянно развивающегося Интернета вещей (IoT) и обеспечивают широкий спектр приложений, таких как безопасность инфраструктуры, мониторинг окружающей среды, обнаружение событий и т.д. [1]. Такие приложения имеют целью сбор информации о данном явлении или событии. Эти сенсорные узлы обычно развертываются в жестких и недоступных средах. По этим причинам сенсорные узлы должны работать в течение длительного периода времени без вмешательства человека [1,2].

Моделирование энергопотребления является важной частью при проектировании коммутирующих датчиков для мониторинга конкретного целевого приложения. Передающие датчики должны выполнять следующие задачи для большинства приложений [1,3]: распознавать события, локальная обработка

информации о сенсорных событиях и передача пакетов в точку доступа [3,4]. Каждая задача потребляет определенное количество энергии в течение заданного времени. Поэтому для оценки срока службы датчика необходима точная модель энергопотребления сенсорного узла [5].

Было предложено несколько стандартов для связи в полосах частот ISM и с низкой скоростью передачи данных, наиболее известными из которых являются LoRa, SigFox и Dash7 [6–9]. Поскольку Dash7 продвигается как технология среднего радиуса действия [8], для сетей дальнего радиуса действия область применения сместилась в сторону LoRa и SigFox. Регулируемая скорость передачи данных стандарта LoRa в сочетании с немного более высоким уровнем глобального охвата [6,7] делает эту технологию очень перспективной как для приложений в БСС, так и для других дальних соединений с низкой скоростью передачи данных.

Для кодирования информации эта технология использует широкополосные частотно-модулированные импульсы, для достижения коэффициента усиления при расширении, что приводит к успешному приему пакетов при чрезвычайно низких уровнях отношения сигнал / шум (SNR). Благодаря своей уникальной модуляции, LoRa является очень универсальной технологией, которая может быть адаптирована к различным типам среды и классам приложений [10].

Кроме того, ожидаемая производительность LoRa обсуждалась в приличном количестве других публикаций [9,11–14], все они высоко оценивают потенциал модуляции LoRa, но некоторые также предупреждают о снижении производительности по мере роста числа конечных устройств.

Целью данной статьи является сравнение работы различных моделей технологии LoRa и измерение мощности приемника в зависимости от расстояния до передающего устройства. А также исследования режимов работы передающих устройств и их энергопотребление в режимах передачи, приема и ожидания.Для этого были собраны различные схемы на основе технологии LoRa и построены графики, чтобы иметь возможность выбрать наиболее подходящие параметры для эффективной работы сети.

2.Структура модулей и их описание

С целью исследования и сравнения работы различных моделей технологии LoRa были разработаны приемопередающие модули для моделей LoRa Ra-01, LoRa AS32 (100 mW), LoRa E32 (1W) и XZ-DT748-L4 (2 W).

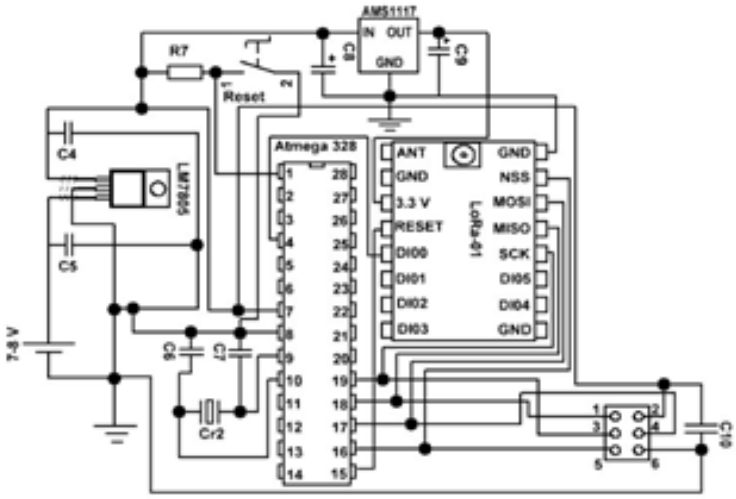


Рис. 1. Схема беспроводного модуля для LoRa Ra-01

Питание модуля осуществляется от двух аккумуляторов по 3,7 В. Для согласования напряжения в схему включен стабилизатор напряжения LM7805. Однако приемо-передающее устройство работает при максимальном напряжении 3,3 В. Для снижения напряжения в схеме присутствует AMS1117.

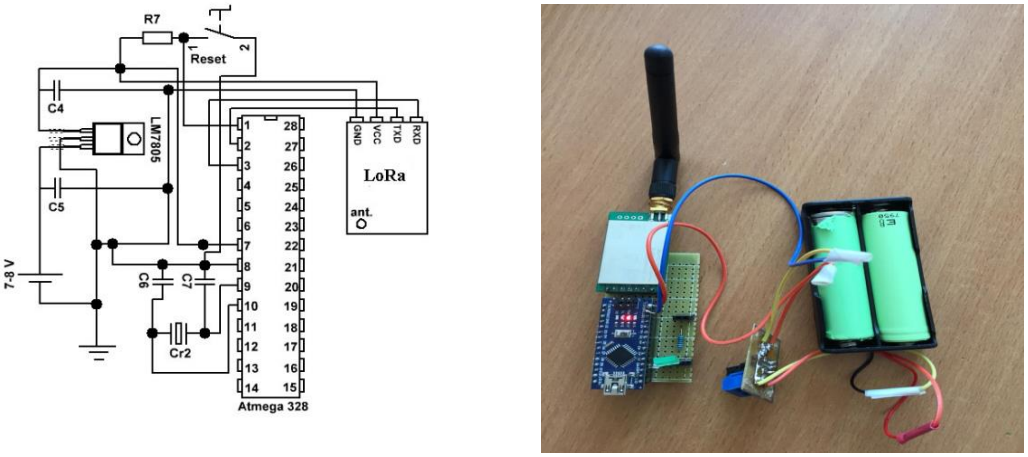


Рис. 2. Схема беспроводных модулей для LoRa

На рисунке 2 показаны схемы беспроводных модулей для LoRa AS32 с мощностью передачи 100 мВт, LoRa E32 с мощностью передачи 1 Вт а так же для модуля LoRa XZ-DT784-L4 с мощностью передачи 2 Вт.

Для исследования режимов работы передающих модулей и их энергопотребление в режимах передачи, приема и ожидания соберем схему, показанную на рисунке 3. Используя данную схему определим энергопотребление устройств.

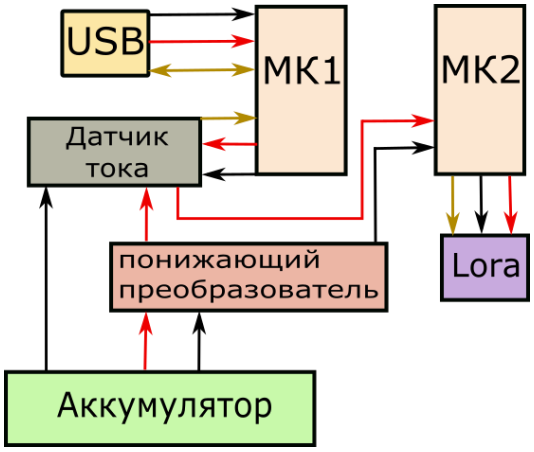


Рис.3. Схема устройства для измерения параметров потребления беспроводных модулей.

3. Результаты экспериментов и обсуждение

Диапазон распространения радиоволн в LoRa зависит от множества физических факторов, например: дифракция, интерференция, расстояние между устройствами и т.д. В качестве независимой переменной в эксперименте было выбрано расстояние между приемопередающими устройствами, которое непосредственно влияет на мощность устройства.

Для исследования работы трансиверов были произведены измерения мощности принимаемого сигнала устройством в зависимости от расстояния до передатчика. На рисунке 3 показаны спектры мощности передатчиков на расстоянии нескольких сантиметров от передающей антенны. Наиболее мощный сигнал наблюдается на частотах 434 МГц, 432,8 МГц, 433 МГц и 433,3 МГц.

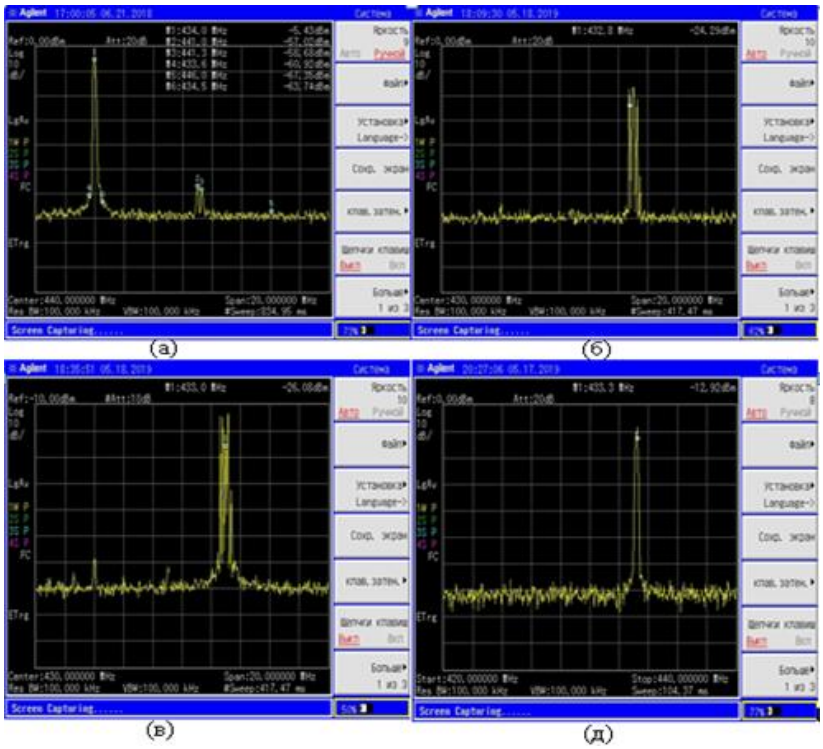


Рис. 4. Спектр мощности устройств различных модулей LoRa на расстоянии нескольких сантиметров от передатчика:
(а) LoRa Ra-01,(б) LoRa AS32, (в) LoRa E32,(д) LoRa XZ-DT784-L4

На рисунке 5 показана зависимость мощность передающих устройств от расстояния. Эксперименты были произведены на территории КазНУ им. аль-Фараби.

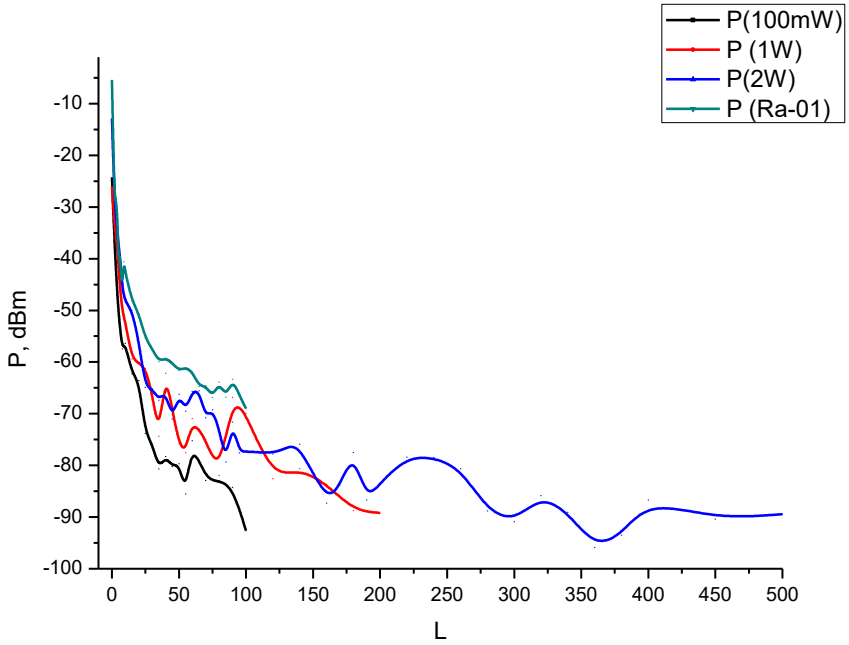


Рис. 5. Зависимость мощности передатчиков от расстояния

Технология LoRa обеспечивает прием данных при уровне сигнала на 20 дБм ниже уровня шумов благодаря уникальной модуляции. На графике видно, что наибольшей дальностью обладает устройство с мощностью 2 Вт. Колебания уровня мощности сигналов связаны с неровностью местности, в которой производились эксперименты.

Далее с целью определения уровня потребления модулей LoRa в режиме приема и передачи была собрана схема с различными модулями, показанными на рисунке 2 и построены графики зависимости мощности от времени в среде разработки LabVIEW.

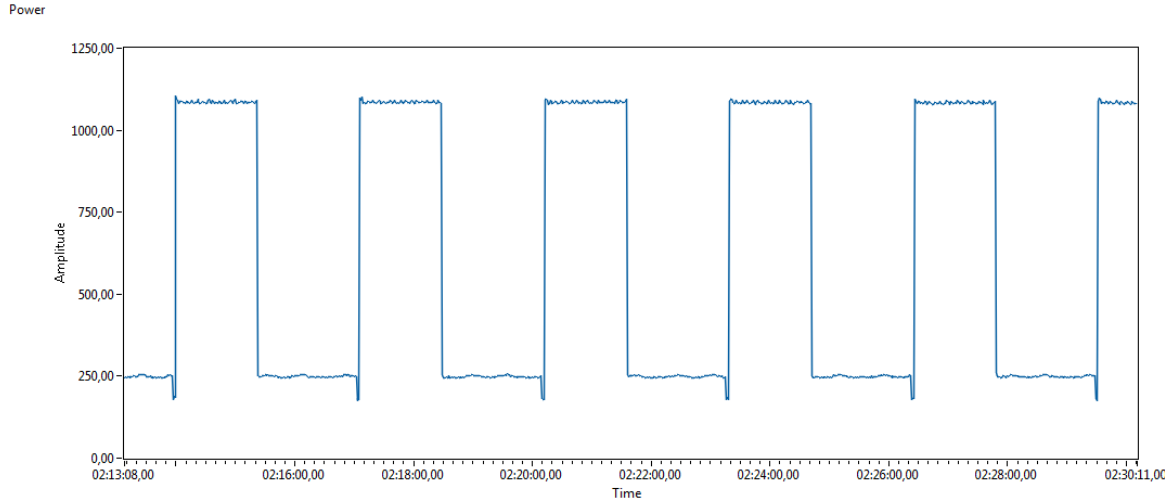


Рис. 6. График потребления беспроводного модуля Ra-01

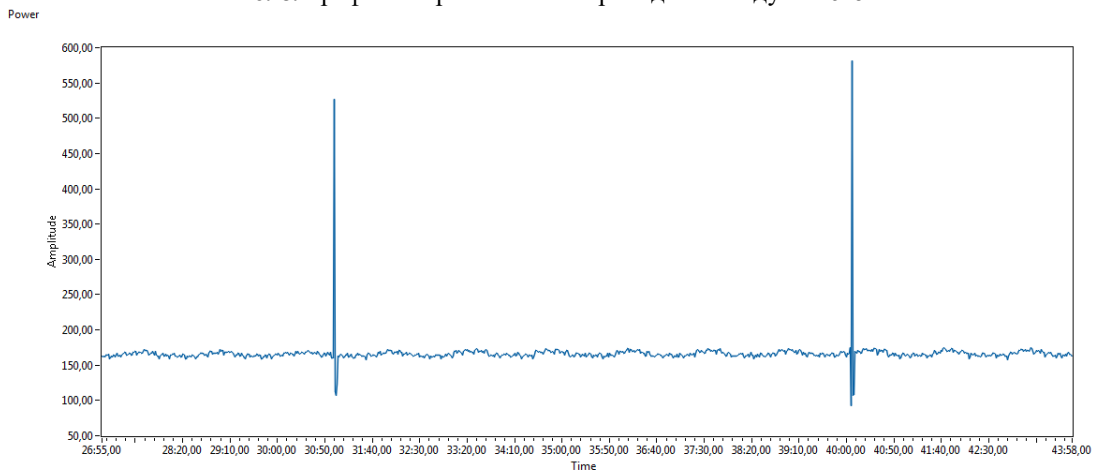


Рис. 7. График потребления беспроводного модуля E32

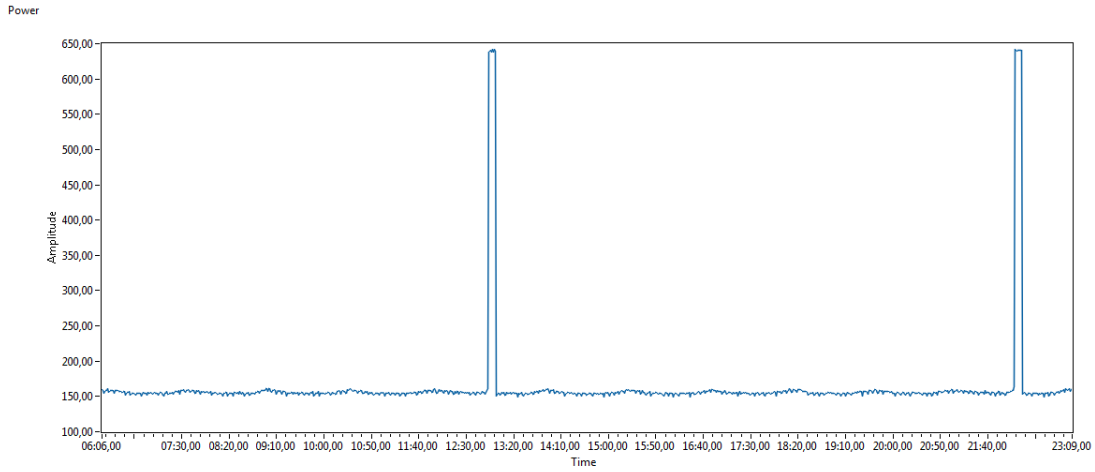


Рис. 8. График потребления беспроводного модуля AS32

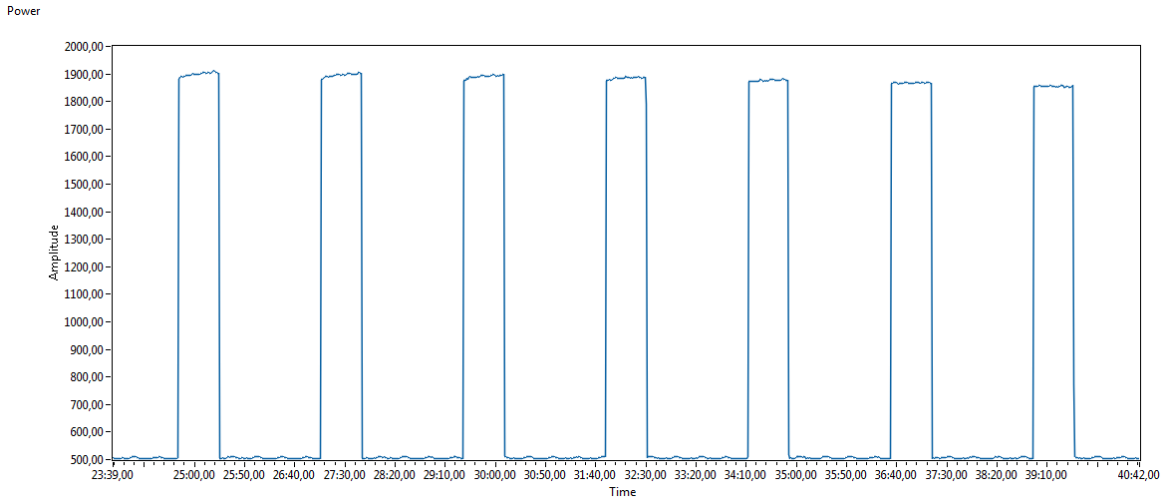


Рис. 9. График потребления беспроводного модуля LoRa XZ-DT784-L4

На рисунках 6-9 показаны графики потребления беспроводных модулей LoRa. Импульсы показывают переход устройства в режим передачи, режим работы между импульсами – режим приема. Полученные данные могут быть использованы для прогнозирования времени работы беспроводного модуля при развертывании автономной беспроводной сенсорной сети.

Заключение

В настоящей работе были собраны устройства для разработки сенсорной сети на основе технологии LoRa и исследованы режимы их работы.Были получены энергетические характеристики приемопередающих устройств и данные о дальности работы беспроводных модулей.

С целью исследования и сравнения работы различных моделей технологии LoRa были разработаны приемопередающие модули для моделей LoRa Ra-01, LoRa AS32 (100 mW), LoRa E32 (1W) и XZ-DT748-L4 (2 W) и построены графики зависимости мощности от времени в среде разработки LabVIEW. Наибольшей дальностью обладает устройство с мощностью 2 Вт, а наименьшей - устройство с мощностью 100 мВт.

Результаты работы показывают, что LoRa обладает значительным энергетическим преимуществом для линейных беспроводных сенсорных сетей большой дальности и могут быть широко использованы для развертывания беспроводной сенсорной сети.

Благодарность

Работа выполнена при финансовой поддержке исследовательского проекта AP05132464 Министерства образования и науки Республики Казахстан и выполнена в научно-исследовательском институте математики и механики Казахского национального университета им. аль-Фараби, что с благодарностью признано авторами.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Terrassona, G.; Brianda, R.; Basrourb, S.; Arrijuriaa, O. Energy Model for the Design of Ultra-Low Power Nodes for Wireless Sensor Networks. Procedia Chem. 2009, 1, 1195–1198. [CrossRef]

[2] Moises,N.O.;Arturo,G.;Mickael,M.;Andrzej,D.EvaluatingLoRaEnergyEfficiencyforAdaptiveNetworks: From Star to Mesh Topologies. In Proceedings of the IEEE 13th International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob), Rome, Italy, 9–11 October 2017.

[3] Culler, D.; Estrin, D.; Srivastava, M. Overview of Sensor Networks. IEEEComput. 2004, 37, 41–49. [CrossRef]

[4] Dupe, V.; Terrasson, G.; Estevez, I.; Briand, R. Autonomy constraint in microsensor design: From decision making to energy optimization. In Proceedings of the IEEE International Conference on Green Computing and Communications, Besancon, France, 20–23 November 2012; pp. 647–650.

[5] Lossec, M. Micro-kinetic generator: Modeling, energy conversion optimization and design considerations. In Proceedings of the 15th IEEE Mediterrane an Electrotechnica lConference,Valletta,Malta,25–28April2010; pp. 1513–1521.

[6] LoRa Alliance. Available online: https://www.lora-alliance.org/ (accessed on 2 July 2018).

[7] Sigfox. Available online: https://www.sigfox.com/en (accessed on 2 July 2018).

[8] Dash7 Alliance. Available online: http://www.dash7-alliance.org/ (accessed on 2 July 2018).

[9] Vangelista, L. Frequency Shift Chirp Modulation: The LoRa Modulation. IEEE Signal Process. Lett. 2017, 24, 1818–1821, doi:10.1109/LSP.2017.2762960. [CrossRef]

[10] Martin, B.; Utz, R. LoRa Transmission Parameter Selection. In Proceedings of the 13th International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems, Ottawa, ON, Canada, 5–7 June 2017; pp. 27–34.

[11] Noreen, U.; Bounceur, A.; Clavier, L. A study of LoRa low power and wide area network technology. In Proceedings of the 2017 International Conference on Advanced Technologies for Signal and Image Processing (ATSIP), Fez, Morocco, 22–24 May 2017; pp. 1–6, doi:10.1109/ATSIP.2017.8075570. [CrossRef]

[12] Haxhibeqiri, J.; Van den Abeele, F.; Moerman, I.; Hoebeke, J. LoRa Scalability: A Simulation Model Based on Interference Measurements. Sensors 2017, 17, 1193, doi:10.3390/s17061193. [CrossRef] [PubMed]

[13] Georgiou,O.;Raza,U. LowPowerWideAreaNetworkAnalysis: CanLoRaScale? IEEEWirel. Commun.Lett. 2017, 6, 162–165, doi:10.1109/LWC.2016.2647247. [CrossRef]

[14] Mikhaylov, K.; Petajajarvi, J.; Haenninen, T. Analysis of Capacity and Scalability of the LoRa Low Power Wide Area Network Technology. In Proceedings of the 22th European Wireless Conference, European Wireless 2016, Oulu, Finland, 18–20 May 2016; pp. 1–6.

Нұрғалиев М.К., Саймбетов А.К., Омарали Б.М., Құттыбай Н.Б. , Тукымбеков Д.Х., Досымбетова Г.Б.

Әртүрлі соңғы құрылғылары бар LoRa технологиясы негізіндегі сымсыз қабылдап-таратқыш құрылғылар

Түйіндеме: Жұмыс LoRa технологиясы негізінде сымсыз қабылдап-таратқыш құрылғыларына арналған. Жұмыс барысында сымсыз технологиялар нарығында бар радиомодульдердің бірнеше түрі қарастырылды, соңғы құрылғылар жасалды және осы құрылғыларды қолдану арқылы эксперименттер жүргізілді. Әр түрлі шығыс қуаты бар радио модульдері пайдаланылды, сондай-ақ қабылдағыш және таратқыш құрылғы арасындағы қашықтыққа байланысты олардың әрекет ету қашықтығы мен сигнал қуаты өлшенді. LoRa радио модульдерінің тұтыну қуаты өлшенді. Алынған деректер автономды сымсыз сенсорлық желіні жасау және өрістету кезінде пайдаланылуы мүмкін.

Кілттік сөздер: сымсыз сенсорлық желілер, радиомодульдер, LoRa технологиясы, энергия тұтыну, автономды жүйелер.

УДК 634.7:637.146

D.K. Baisbai, A.S. Borankulova, A.B. Mynbayeva,
A.S. Umirbekova, A.M. Satybaldy
(M.Kh Dulati Taraz State University. Kazakhstan, Taraz Kalasy)
dinara.baisbai@mail.ru

PREPARATION ROSEHIP SYRUP BASED ON SERUM

Abstract. It was found that the used rosehip fruit is well combined with whey, and its use as a syrup extract in the production of fermented milk drink is confirmed by organoleptic and physical and chemical indicators.

***Keywords*:**vegetable raw materials, syrup, brier, extract, sour milk drink,serum.

Д.К. Байсбай, А.С. Боранкулова, А.Б. Мынбаева,
А.С. Умирбекова, А.М. Сатыбалды
(М.Х Дулатиатындағы Тараз мемлекеттік университеті
Қазақстан,Тараз қаласы). dinara.baisbai@mail.ru.

САРЫСУ НЕГІЗІНДЕ ИТМҰРЫН ШӘРБАТЫН ДАЙЫНДАУ

Андатпа. Пайдаланылған итмұрын жемістерінің сарысумен жақсы үйлесетіні және сүтқышқылды сусын өндірісінде итмұрынның шәрбат сығындысы ретінде қолданылуы органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштермен расталды.

Түйін сөздер: өсімдік шикізаты, шәрбат, итмұрын, сығынды, сүтқышқылды сусын, сарысу.

Денсаулықты сақтау мен халықтың өмірін ұзартудың маңызды шарты - адамның қоректік заттар мен энергияға деген физиологиялық қажеттіліктерін қанағаттандырып қана қоймай, сонымен қатар профилактикалық және емдік функцияларды орындау[1].

Арнайландырылған өнімдердің арасында биологиялық белсенді заттар (витаминдер, биофлавоноидтар, антиоксиданттар, таниндер, макро- және микроэлементтер) бар азық-түлік өнімдерін байытудың қарапайым түрлерінің бірі ретінде өсімдік шикізаттарының сығындылары бар сүтқышқылды сусындары ерекше маңызға ие. Аралас сусындар өндірісінде өсімдік сығындыларының

көптеп қолданылуы көптеген жеке өсімдіктердің, соның ішінде итмұрынның құнды қасиеттерін сақтап, тұтынушыға түпкі өнімде жеткізе алуына байланысты. Итмұрынның пайдалы қасиеттері оның құрамында С, Е, Р, К, А, В дәрумендерінің, марганец, натрий, темір, магний, калий, кальций, хром және фосфор, сонымен қатар молибден, кобальт және мыс дәрумендерінің болуымен түсіндіріледі [2].

Зерттеудің мақсаты – сүтқышқылды сусын дайындауда сарысу негізіндегі итмұрын шәрбатын қолдануды зерттеу.

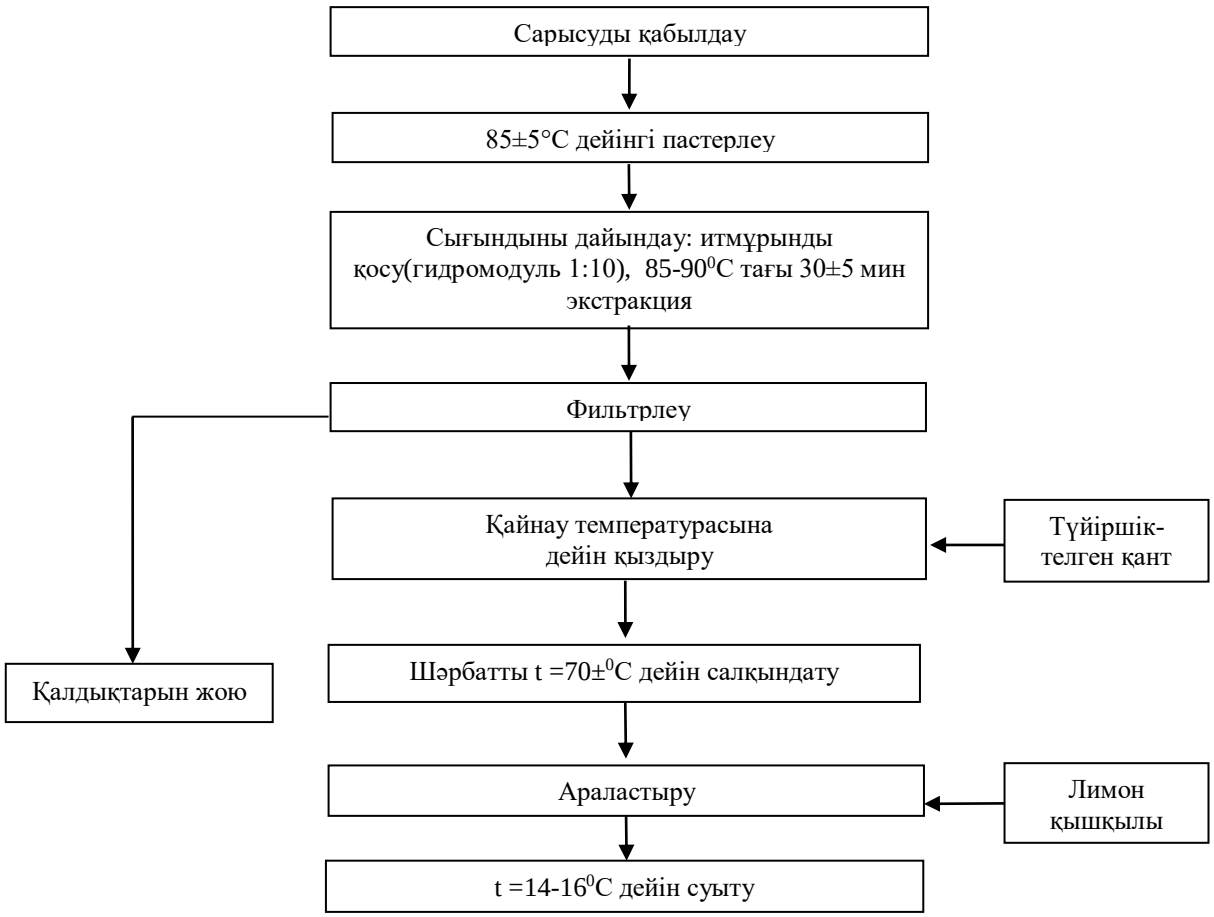
Зерттеу жұмыстары заманауи зертханалық жабдықтар және аппараттармен жабдықталған М.Х.Дулати атындағы ТарМУ-нің «Тамақ өнімдері мен қайта оңдеу өндірісінің технологиясы және биотехнология» кафедрасының мамандандырылған зертханаларында жүргізілді.

Шәрбтты дайындауға арналған шикізат – 2018 жылдың жазында Жамбыл облысында жиналған, NTD, SanPiN 2.3.2.1078-01, R 96.282.10 сапа талаптарына сәйкес келетін итмұрын жапырақтары; «Галеника» ЖШС (Тараз қ.) сүт асханасында ультрафильтрация әдісімен балаларға арналған сүзбе өндіру кезінде алынған ақуызсыз сарысу, ол келесі көрсеткіштермен сипатталады: қатты заттардың массалық үлесі 5,0±0,2%, оның ішінде лактоза 4,3±0,05%, азотты қосылыстар 0,25±0,05%, pH 5,2±0,2; түйіршіктелген қант; лимон қышқылы.

Сарысу негізінде итмұрын шәрбаты мен сығындысын дайындау 1 суретте көрсетілген.

Итмұрын сығындысын дайындау. Сығынды дайындау үшін ақуызсыз сүзбе сарысуы пайдаланылды. Содан кейін ол 85±5°С температурада пастерленді. Экстракция процессін жүргізбес бұрын итмұрынның мөлшері 5-7 мм болатын бөлшектерге ұсақталды. Алдыңғы зерттеулерге сүйене отырып [3,4,5,6,7,8,9,10] келесі экстракция параметрлері таңдалды: 85±5°С, ұзақтығы 30±5 минут. Экстракциядан кейін алынған қоспаны сүзгіден өткізіп, қалдығы бөлініп алынды.

Сығынды айқын қоңыр түсті, итмұрын өсімдігіне тән жағымды дәмі мен хош иісі бар, мөлдір емес (бұлыңғыр), тұнбаға бейім.



1-сурет. Сарысу негізінде итмұрын шәрбаты мен сығындысын дайындау

Итмұрын шәрбатын дайындау. Шәрбат дайындау үшін ыстық сығындыға 1:1 қатынасында түйіршіктелген қант қосылды. Қоспа араластырылып, қайнау температурасына дейін қыздырылды. Ыстық шәрбат 70±^{0}С дейін салқындатылды және лимон қышқылы рН 4,3-4,7 қосылды, әбден араластырылды. Содан кейін шәрбат t=14-16^{0}С дейін салқындатылды.

Сығындыдан айырмашылығы, шәрбат қыздырғаннан кейін мөлдір, итмұрынға тән жағымды хош иісі бар, тәтті және қышқыл дәмге ие болады.

Тағамдық өнімнің сапасы оның бүкіл сақтау мерзімі ішінде оның сақталуын көрсетеді, сондықтан осы кезеңде шәрбаттың тұтынушылық қасиеттерін анықтайтын органолептикалық, физика-химиялық және микробиологиялық көрсеткіштер анықталды.

Зерттеулер «ZHAMBYL STANDART» ГССиМ ЖШС-нің сынау зертханасында (2019 жылғы 22 сәуірдегі № 158 сынақ есебі) шәрбат алғаннан кейін және 30 күн сақталғаннан кейін жүргізілді. Шәрбат таза шыны бөтелкелерде 4±2°С температурада сақталды. Сақтау кезіндегі зерттеуде алынған органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштердіңнәтижелері 1,2 кестеде көрсетілген.

1-кесте. **Итмұрыннан жасалған шәрбаттың органолептикалық көрсеткіштері**

Көрсеткіш атауы	Сынауға арналған НҚ мәні	Көрсеткіштердің мәні			
		НҚ бойынша нормалар	Нақты нәтижелер	Құйылған күні	30 күннен кейін
Сыртқы келбеті, консистенциясы	МС 6687.5-86	Мөлдір біртекті сұйықтық, ешқандай тұнбасыз, қоспасыз Қосылатын шикізатқа тән сипаттамаларына сәйкес тұнбалар мен жүзінділері болуы мүмкін	Біртекті, таза сұйық, тұнбасыз	Мөлдір біртекті сұйықтық, ешқандай тұнбасыз, қоспасыз	Мөлдір біртекті сұйықтық, ешқандай тұнбасыз, қоспасыз
1-кестенің жалғасы					
Дәмі және иісі	МС 6687.5-86	Сыртқы иісі мен дәмі жоқ таза иіс пен дәм	Сыртқы иісі мен дәмі жоқ итмұрынның дәмі бар	Жағымды, тәтті және қышқыл. бастапқы шикізатқа тән	Жағымды, тәтті және қышқыл. бастапқы шикізатқа тән
Түсі	МС 6687.5-86	Түсі шәрбат дайындалатын жеміс жидектерге тән түс	Біртекті, сәл қоңыр түсті қызыл	Ашық қоңыр	Ашық қоңыр

1-кестеде көрсетілген деректер талдауы, итмұрыннан алынған сығындының органолептикалық көрсеткіштері сақтау мерзімі кезінде құйылған күніне сәйкес параметрлермен тең екендігін көрсетеді.

2-кесте. **Итмұрыннан жасалған шәрбаттың физика-химиялық көрсеткіштері**

Көрсеткіш атауы	Сынауға арналған НҚ мәні	Көрсеткіштердің мәні			
		НҚ бойынша нормалар	Нақты нәтижелер	Құйылған күні	30 күннен кейін
Еритін ерітінділердің үлес салмағы, %, кем емес	МС 6687.2-86	50,0	52,4	53,45±0,3	53,45±0,3
Қышқылдық, ерітінді 100 см үшін 1,0 моль / дм	МС 6687.4-86	Рецепт бойынша	5,0	0,85±0,003	0,87±0,003

Микробиологиялық көрсеткіш бойынша итмұрын сығындысы 3-кестеде көрсетілген талаптарға сәйкес келеді.

3-кесте. **Итмұрыннан жасалған шәрбаттың микробиологиялық көрсеткіштері**

Көрсеткіш атауы	Сынауға арналған НҚ мәні	Көрсеткіштердің мәні	
		НҚ бойынша нормалар	Нақты нәтижелер
МАжФАМС, КОЕ/г, артық емес	МС 10444.15-91	$5x10^2$	$2x10^2$
ЕСБ (колиформалар) в 1,0г	МС31747-2012	рұқсат етілмеген	байқалмады
Патогенді, оның ішінде сальмонелла 25г	МС31659-2012	рұқсат етілмеген	байқалмады
Улы элементтердің мөлшері микрон / г, артықемес Қорғасын Күшін Кадмий Сынап	 МС26932-86 МС26930-86 МС26933-86 МС26927-86	 0,4 1,0 0,05 0,02	 байқалмады байқалмады байқалмады байқалмады
Пестицидтердің қалдық мөлшері, мг / кг, артықемес ГХЦГ($\alpha.\beta.\gamma$ изомерлері) ДДТ және оның метоболиттері	 МС 2141-80 МС2141-80	 0,5 0,1	 не обнаружено не обнаружено
Радионуклидтердің үлес салмағы, Вq / кг, артық емес Цезий-137 Стронций-90	 МС32161-2013 МС32163-2013	 160 -	 3,0 -

Жоғарыда келтірілген көрсеткіштерге байланысты өсімдік компоненттерін, атап айтқанда итмұрын жемістерін сүтқышқылды сусындар өндірісінде пайдалану сүтқышқылды өнімдердің ассортиментін кеңейтіп қана қоймайды, сонымен қатар оларға медициналық-профилактикалық бағыт береді, бұл денсаулықты сақтауға және жақсартуға көмектеседі. Пайдаланылған итмұрын жемістері сарысумен жақсы үйлеседі және оларды шәрбат сығындысы ретінде қолдану органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштермен расталады.

Жүргізілген зерттеулерге сүйене отырып, өсімдік шикізаттарын (итмұрын) сүтқышқылды сусын өндірісінде қолдану арқылы жоғары тағамдық құндылығы бар жаңа заман өнімі ретінде пайдаланып, оны Қазақстан тұрғындарына қолдануға ұсынуға болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Постолова М.А. Емдік және профилактикалық сусындарды өндіруге арналған жабайы жемістер мен жидектер / М.А. Постолова, А.М. Попов, В.В. Турин // Сыра және сусындар.- 2003.-№ 5.- б.50-51

[2] Маюрникова Л.А. Өсімдік сығындыларын диеталық қоспалар ретінде қолдану / Л.А. Маюрникова // Тағам ингредиенттері. Шикізат пен қоспалар.- 1999.- № 2.- б 50

[3] Байматова Е.В. Дәрілік өсімдіктерді қолдану арқылы сарысуы бар өнімдерді алу технологиясын зерттеу және жасау. Кемерово ғылым кандидаты ғылыми дәрежесін алу автореферат дис.: КемТИШ 1.-2006.16 б.

[4] Моисеева Ю.А. Дәрілік мелиссаны пайдаланып сарысу қосу арқылы алынғанферментті фитосусындарды өңдеп зерттеу және жасау. Кемерово ғылым кандидаты ғылыми дәрежесін алу автореферат дис.: КемТИПП.2006.-16 б.

[5] МоисееваЮ.А. Концентрленген сығынды дайындау үшін құрғақ дәрі мелисса шикізатының мөлшерін белгілеу/ Ю.А. Моисеева, Е.Ю. Шапошникова // Азық-түлік және адам денсаулығы: Студенттермен магистранттардың IV аймақтық конференциясының тезистері. - Кемерово: КемТИПП,2004.- б 67

[6] Герасимова Т.В.Дәрілік өсімдік сығындыларын сүт өндірісінде қолданудың кейбір аспектілері /Т.В. Герасимова, А.Д. Лодыгин, Е.А.Абакумова// "НаукаПарк" Ғылыми-практикалық көп салалы журналы, Ставрополь, 2011.-№2. - б. 34-37.

[7] Яковлева Л.А. Факторлардың емдік-техникалық шикізатты сарысуға енгізу экстракциясына әсері / Л.А. Яковлева, СМ. Лупинская // Салауатты тамақтану саясатының федералды және аймақтық аспектілері: Халықаралық симпозиумның тезистері.- Кемерово: КемТИПП, 2002.-С 225-226

[8] Полежаева Т.А. Көкөніс толтырғыштары бар сүтқышқылды сусындардың биологиялық маңызы / Т.А. Полежаева, Б.Б. Петрушина, А.Б. Плачеков // Сүт өнеркәсібі.- 1998.- № 4.-С. 19-20

[9] Абдикайым У.Д. Өсімдік шикізатын (итмұрын) пайдаланып сүтқышқылды сусын алу. Диссертация - Тараз: ТарМУ, 2019.- 93 б.

[10] Шидловская В.П. Сүт және сүт өнімдерінің органолептикалық қасиеттері: анықтама / В.П. Шидловская. - М.: Колос, 2000.- 280 б.

Байсбай Д.К., Боранкулова А.С., Мынбаева А.Б., Умирбекова А.С., Сатыбалды А.М.

Приготовление сиропа шиповника на основе сыворотки

Резюме. Установлено, что использованные плоды шиповника хорошо сочетаются с сывороткой, и его применение в качестве экстракта сиропа в производстве кисломолочного напитка подтверждаются органолептическими и физико-химическими показателями.

Ключевые слова: растительное сырьё, сироп, шиповник, экстракт, кисломолочный напиток, сыворотка.

[1]M.M.Dauletbayeva, [2]S.M. Jamilova, [1]O.A.Zubova, [1]A.K.Kozhakhan
([1]Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty
[2]Abay Kazakh National Pedagogical University, Kazakhstan, Almaty
e-mail: marjandmm19@gmail.com)

NOISE AS AN ENVIRONMENTAL FACTOR IN URBAN AREAS

Abstract. One of the physical pollutants of the environment are sound waves, which a person perceives as obstacles. In urbanized cities, sounds are transmitted from different sources. Especially strong sounds come from cars. One of the problems in the city is noise, which can be harmful to human health due to its level and duration. Therefore, the analysis is aimed at identifying the frequency of sound on the roadway in Almaty.

Key words: cars, noise and its impact on human health.

[1]М.М. Даулетбаева, [2]С.М. Джамилова, [1]О.А. Зубова, [1]А.К. Қожахан
([1] Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы
[2] Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Қазақстан, Алматы
e-mail: marjandmm19@gmail.com)

УРБАНДАЛҒАН ТЕРРИТОРИЯДАҒЫ ШУДЫҢ ӘСЕРІ

Андатпа. Ортаның физикалық ластағышының бірі адамның кедергі ретінде қабылдайтын дыбыс толқындары шу. Урбандалған қалаларда әр түрлі көздерден дыбыстар таралады. Әсіресе жоғары дыбысты жүктеме автокөліктерден шығады. Деңгейі мен ұзақтығына байланысты шу адамның денсаулығына зиян келтіруі мүмкін қала мәселелерінің бірі болып қалыптасуда. Сондықтан талдау жұмысын Алматы қаласындағы автокөлік көп жүретін көшелерінде дыбыс жиілігін анықтауға бағытталған.

Кілт сөздері: автокөліктер, шу және оның адам денсаулығына әсері.

Адамзат үнемі дыбыстың әр түрлі толқындары таралатын ортада өмір сүреді. Құлақтың дыбыс жарғақшасына тигізетін әсерінің нәтижесінде дыбыстарды ести аламыз. Сол дыбыс толқындарынан ақпарат алмасу, ұғыну мен жауап реакциялары қалыптасады. Дыбыс күшінің қаттылығы мен әлсіздігіне байланысты ол жағымды және жағымсыз болып жіктеледі [1].

Ағаш жапырағының сыбдыры, өзен суының сылдыры, құстардың әні, теңіз толқыны және жауып тұрған жаңбыр жағымды табиғи шу, ол ағзаны тыныштандыру мен қалпына келтіруде тиімді. Ал, енді жағымды табиғи дыбысты жоғары жылдамдықта жұмыс істейтін әртүрлі құрылғылар, сорғыштар, өндірістік өнеркәсіптер, жер беті және әуе көліктері басқа да қозғалыстағы құралдардан шыққан экологиялық мәнге ие дыбыс басып, тіршіліктің тұрақты дыбыс көзіне айналуда. Шу адамға жағымсыз, кедергі келтіретін және тіпті ауыр сезім тудыратын дыбыстар. Сондықтан шу қазіргі заманда төтенше де маңызды мәнге ие болуда.

Жиілігі бойынша дыбыстар инфрадыбыс – 20 Гц, адам құлағы қабылдайтын – 20 Гц-тен 20 кГц дейін, ультрадыбыс – 20 кГц жоғары диапазонға бөлінеді. Ал тұтас спектрлі дыбыс шу деп аталады. Шудың деңгейі деп белгілі бір сыртқы беттің ауданы арқылы бір секундта дыбыс ағыны арқылы өтетін энергия мөлшерін айтады. Дыбыс өрісіндегі денеге әсер ететін қысым дыбыс қысымы болып табылады. Дыбыс интенсивтілігіне байланысты оның субъективті сипаттамасы дыбыс қаттылығы деп аталады. Дыбыстың қаттылығы оның күшіне байланысты келеді. Дыбыстың күші бір шаршы метр

ауданға келетін ваттпен өлшенетін интенсивтілік. Адамның есту аппаратының ажырата алатын энергия диапозоны болады. Оның 10^{-12}Вт/м^2 төменгі шекарасы есту табалдырығы, ал 10 Вт/м жоғарғы ауырсынуды сезіну немесе естудің жоғарғы табалдырығы болып табылады. Шектік деңгейіне байланысты барлық шулар 3 топқа бөлінеді: 1-ші класс 90-100 дБ, 2-ші класс 85-90 дБ, 3-ші класс 75-85 дБ [2].

Урбанизацияның дамуы, ғылым мен техниканың жетістіктерімен бірге шудың деңгейі үздіксіз өсті. Шу адамның ажырамас бөлігі мен қоршаған ортаны негізгі ластаушы факторлардың біріне айналды. Қалада қоршаған ортаны ластайтын және адамның денсаулығы мен еңбекке қабілеттілігіне әсер ететін экологиялық фактордың бірі шу. Қала тұрғындарының 20-45%-і шудың санитарлық мөлшерден жоғары деңгейдегі территорияларында тұрады. Соңғы уақытта көлік шығаратын шудың орташа деңгейі 12-14 дБ-ге ұлғайды. Міне, сондықтан шумен күрес мәселесі қазіргі уақытта өткір мәнге ие болды.

Ұзақ уақыт бойы шудың адам ағзасына әсері зерттелген жоқ, бірақ ежелден оның зияны туралы білгілі болған. Қазіргі уақытта ғалымдар әлемнің көптеген елдерінде шудың адам ағзасына әсерін анықтау мақсатында түрлі зерттеулер жүргізуде. Бүгінде техниканың дамуы, кәсіпорындарды қуатты және тез қозғалатын қондырғылар және аппараттармен жабдықтаудан адамның шудың әсеріне әрдайым ұшырауына әкеліп соқтыруда. Сондықтан да соңғы онжылдықта шумен күрес мәселесі көптеген елдерде маңызды болып отыр [3].

Қала урбандалған орталық, онда өндірістердің жұмыс жасауы мен автокөліктердің күнделікті қозғалысынан қоршаған орта мен адам денсаулығына әсер ететін әр түрлі дыбыстар таралады.

Қоршаған ортаны ластаушы заттардан кейінгі орынды шу иеленіп адам денсаулығына кері әсер ететін ластаушы болып табылады. Шу деңгейі және адамның жас ерекшеліктері, денсаулығына байланысты адамға ықпалы әр түрлі. Шу алдымен есту мүшесі құлаққа әсер етеді. Шудың адамға әсері неғұрлым ұзақ болса, солғұрлым ол физикалық және психикалық денсаулығына қолайсыздық туғызады. Ұзақ уақыт әсер еткен 68-92 дБ шу деңгейі жүйке жүйесінің ауруларына әкеледі. Адамның құлағына жағымсыз дыбыстар вегетативті және орталық жүйке жүйесіне кері әсерін тигізеді. Ол есту жүйкелерінің талшықтарынан өтіп, шу жүйке жүйесін тітіркендіреді. Өте шулы өнеркәсіптерде жұмыс істейтін адамдар тез шаршап, қолдары дірілдеп, түнде ұйықтай алмайды.

Тұрақты шу ағзаның вегетативті реакциясы қан айналымының бұзылуына әкелетін шырышты қабықтар мен тері капилярларының тарылуы болып табылады. Содан кейін ол ішкі ағзаларға белсенді әсер етіп, айтарлықтай қолайсыз өзгерістерге әкеледі [4].

Интенсивті шу қан айналысына да кері әсерін тигізеді. Қандағы қызыл қан түйіршіктерінің шөгуін жылдамдатады және қандағы холестеріннің көбеюіне әкеледі. Ал 40 дБ асқан шу адамды тітіркендіреді, 50 дБ жоғары болса адамның жұмыс істеу қабілеті төмендейді, 80-120 дБ шуыл жарақатына ұшырайды және құлақ мүкістігіне әкеледі. Егер шу деңгейі 84-88 Дб асатын болса, онда адам қан қысымын жоғарлатуы мүмкін. Егер адам үнемі шудың теріс әсеріне ұшыраса онда оның көздің көруін бәсеңдетіп, мидың биоэлетрлік белсенділгін нашарлатады. Яғни, шу орталық жүйке жүйесіне әсер етіп, ми құрылымында биохимиялық өзгерістер туғызады. Мидың альфа ритмі 6-7 Гц тербеліс жасайды, ал осы жиілікте инфрадыбыс адам қабылдаса, онда резонанс құбылысы байқалып, ішкі құрылысында жағымсыз діріл пайда болғандай әсер алады. Бұл адамға өте қауіпті болып саналады. Шудың жоғары деңгейлерінен ағзаның иммундық реакциялары әлсірейді. Адамның психологиялық жағдайыда нашарлайды [5].

Түндегі шу ағзаны тітіркендіретін фактордың бірі. Оның әсерінен адам жиі оянып, ұйқысы мен демалуы бұзылады. Шу деңгейі басым көшелерде орналасқан үйлердің тұрғындарының ұйқысы бұзылып, ұйқы ұзақтығы қысқарады. Бұл үздіксіз жалғаса берсе адамның шаршағаны басылмай, біртіндеп ол тұрақтылыққа ауысып, зейін қоюы төмендеп адамның еңбекке қабілеттілігі нашарлайды. Шу құбылыстары кумуляция қасиетке ие [6].

Шудың әсерін нақты және ерекше емес деп бөлуге болады. Шудың ерекше әсері есту мүшелерінде болатын өзгерістерде көрінеді және спецификалық емес әсермен адамдар көбінесе бас ауруына шағымданады, олар бас айналуы, есте сақтау қабілетінің төмендеуіне, ұйқының бұзылуына, эмоционалды тұрақсыздыққа, тәбеттің төмендеуі мен жүрек ауруына әкеледі [7].

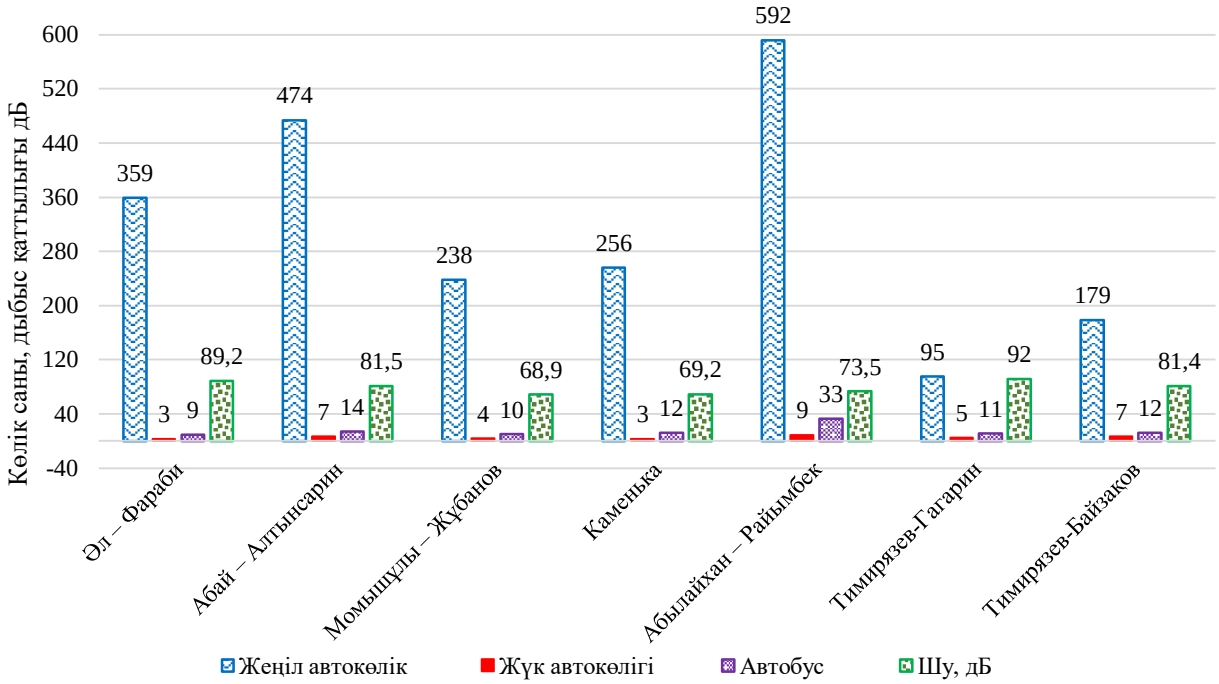
Зерттеу әдістері. Шудың қала ішіндегі шамасы шу өлшегіш құралмен анықталды, бұл дыбыс деңгейін немесе дыбыс қысымын объективті және жаңғыртылатын өлшеуді қамтамасыз ететін электрондық аспап. Шудың деңгейін өлшеу таңертең және кешкі уақытта жүргізілді. 10 минут аралығында жүріп өткен көлік түрлері есепке алынды. Шуды қоршаған атмосфераға шығаратын шу

көздері үшін акустикалық есептеулер кезінде есептеу нүктелері шудың көзі жағына бағытталған жақын тұрғын үй жанынан 2 м қашықтықта таңдалады.

Зерттеу нәтижелері. Алматы қаласындағы тұрғындардың 20-40%-ы шудың санитарлық мөлшерден жоғары деңгейдегі аумағында тұрады. Сондықтан қалада таралатын шудың адам денсаулығына әсері талданған. Қалада шудың негізгі көзі автокөліктер мен өндіріс орындары болып отыр. Әсіресе жоғары дыбысты жүктеме автокөліктерден шығады. Негізінен қалада 466886 автокөлік тіркелген. Күніне тұрақты және сырттан келетіндерді қоса есептегенде көліктер саны арта түсуде. Қаланың ішіндегі көліктер қоғалысы мен көлік жүретін жол мен тұрғын үйдің ара қашықтығы сурет 1 көрсетілген.

1-сурет. Қаладағы көлік қозғалысы және автокөлік жолымен тұрғылықты үй арасындағы қашықтық.

Қозғалыстағы көліктер тәуліктің барлық уақытында көшедегі дыбыстың жоғарылауына әкелуде. Сондықтан қаланың әр түрлі бөлігінен шуды зерттеу мақсатында өлшеу жұмыстары іске асырылды. Ол электронды құрал көмегімен өлшеніп нәтижелері келесідей болды (2-сурет).



2-сурет. Алматы қаласы көшелеріндегі автокөліктер көрсеткіштері

Санитарлық нормалар бойынша күндізгі уақытта үйлер мен ғимараттар жанында шу деңгейі 55-58 дБ, ал 23 сағаттан таңертеңгі 7 –ге дейін 45-48 дБ. Пәтерлерде шудың деңгейі күндіз 40 дБ, түнде 30 дБ-дан аспауы керек. Ал осы алынған нүктелерден көліктер күндіз түні жүретінін ескерсек онда қалада дыбыс шамасының тұрақтылығы 70-80 дБ сақталып отырады.

Келесі айта кететін жағдай қаланың автокөлік жүретін жолдары тұрғын үйлерге жақын орналасқан. Толассыз жүретін көлік денсаулығында кінәраты бар және әр түрлі жас шамасындағы тұрғылықты халыққа жағымсыз әсер етуі мүмкін. Қала көшелеріндегі жол мен тұрғылықты үйлердің арасындағы жолдың ара қашықтығы 5-7 метрден аспайтын территориялар көп, ал кей жерлерде ол көрсеткіш 2 м шамасында.

Автокөліктер толассыз жүретін жол маңындағы үйлердің қабырғаларының қалыңдығы әр түрлі қалыңдықта. Бұл көлік шуының үйге өтуіне мүмкіндік жасауы мүмкін.

Шуға халық аса көп мән бермейді. Көптеген адамдар шудың қауіптілігін ескермейді. Үздіксіз шу есту мүшесіне жағымсыз әсер етіп, дыбысқа сезімталдылықты азайтады. Әр адам шуды әр түрлі қабылдайды. Кейбір адамдар қысқа уақыт әсер еткен шу интенсивтлігінен де естуден айрылады. Ал осы маңда тұратын денсаулығы нашар адамдар мен жас балаларды ескеру қажет. Себебі оларда шудың тесір әсері жылдам байқалады.

Шудың әсерінен естуді толығымен қалпына келтіру мүмкін емес, тек жартылай жақсартуға болады. Сондықтан да шу ауруы үнемі емделуге келмейді.

Шуылмен күрес кешенді мәселе болып табылады: жобасы аз

Алматы қаласында шудың төмендеуіне бірінші кезекте көлік құралдарының шуын азайту есебінен қол жеткізуге болады. Үлкен жиіліктегі шудың алдын-алу және азайту жөнінде біршама іс-шаралар ұйымдастыру тиімді. Соның бірі автокөлік жолы мен тұрғын үй арасындағы қашықтықты ұлғайту нәтижесінде дыбыстың тұрғын үйлерге әсерін азайтуға қол жеткізу. Жол айрықтары, магистральдар мен тұрғын үйлер маңында акустикалық дыбыс сіңіргіш яғни дыбыс оқшаулағыш экрандарды көбейтіп орналастыру соңғы уақытта тиімді әдістің бірі болуда. Сонымен қатар үйдің қабырға, төбе және еденін дыбыс сіңіретін жабынмен және дыбыс толқындарының шағылысуын азайтатын материалдар қолдана отырып азайтуға болады. Алматы қаласында көліктердің жылдамдығы 40-60 км/сағ, ал әл-Фараби даңғылында 80 км/сағ, бұл қаланы шудан қорғаудағы тиімді әдістің бірі, бірақ қала көшелерінің тар, көлік санының көптігі шуды әлі де бәсеңдетпей отыр. Автокөлік жолы мен үй аралығындағы алаңға арнайы шудан қорғауда көгалдандыру жолақтарын қолдану, соның ішінде қылқан жапырақты ағаштарды екінші қатарға отырғызып жыл бойына тұрғындарды шудың жоғарғы деңгейінен қорғауға қол жеткізуге болады. Сонымен қатар шағын аудандар мен магистральды көшелерді жоспарлағанда оларды ұтымды орналастырудың әртүрлі тәсілдерін пайдалану арқылы шудан қорғау іс-шараларын жүргізуге болады. Осы аталған әдістер шудың алдын-алу және азайту жөніндегі ұйымдастыру іс-шараларында тиімді болуы мүмкін.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Арызханов Б. Биологиялық физика. - Алматы, Қайнар 1990 ж. - 269 б.

[2] Раздорожный А.А. Охрана труда и производственная безопасность: учебник - М.: Издательство «Экзамен», 2006. - 510 с.

[3] Гайда А.С. «Воздействие шума на организм оператора в производственных условиях», - Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2016 г.

[4] Ахметкужина Г.М., Тельцова Л.З. «Шумовое загрязнение на производстве и его влияние на здоровье рабочих» - International scientific review, 2016 г.

[5] Васильев А.В. «Проблемы оценки сочетанного влияния шума и других физических факторов на здоровье человека» - Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2012 г.

[6] Погонышева И.А., Погонышев Д.А., Крылова А.А., «Влияние шума на психофизиологические параметры и работоспособность организма человека» - Вестник Нижневартовского государственного университета, 2015 г.

[7] Шишелова Т.И., Малыгина Ю.С., Нгуен Суан Дат. Влияние шума на организм человека // Успехи современного естествознания. – 2009. – № 8. – С. 14-15.

Даулетбаева М.М., Джамилова С.М., Зубова О.А., Кожахан А.К.

Воздействия шума на урбанизированные территории

Резюме. Одним из физических загрязнителей окружающей среды являются звуковые волны, которые человек воспринимает как препятствия. В урбанизированных городах звуки передаются из разных источников.

Особенно сильные звуки поступают от автомобилей. Одной из проблем в городе является шум, который может нанести вред здоровью человека из-за своего уровня и продолжительности. Поэтому анализ направлен на выявление частоты звука на проезжей части в Алматы.

Ключевые слова: автомобили, шум и его влияние на здоровье человека

УДК 004:681.586.5

B.Yeraliyeva, A.Tungatarova, G.Borankulova
(M. H. Dulati Taraz State University, Taraz, Kazakhstan. E-mail: b.gau@mail.ru)

STUDY OF INTELLIGENT COMPOSITE STRUCTURES WITH INTEGRATED FIBER OPTIC SENSORS

Abstract. Development of technology for introducing into the structural materials sensor elements based on optical fibres with Bragg gratings, which allows monitoring of the stress-strain state of the structure. Improving the accuracy of determining the influence of temperature and structural deformation of composite materials based on the use of fibre-optic sensors. Sensors allow you to determine the load and temperature in real-time with high accuracy. The results of the study can be applied to critical high-load structures.

Keywords: Intelligent materials, composite materials, fibre optic sensors, diffraction-Bragg gratings, the effects of temperature and deformation

Б.Ш. Ералиева А.Т. Тунгатарова, Г.С. Боранкулова
(Таразский государственный университет имени М.Х.Дулати, Тараз, Казахстан
E-mail: b.gau@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КОМПОЗИТНЫХ СТРУКТУР СО ВСТРОЕННЫМИ ОПТОВОЛОКОННЫМИ ДАТЧИКАМИ

Аннотация. Разработка технологии введения в конструкционные материалы сенсорных элементов на основе оптических волокон с брэгговскими решетками, позволяющая осуществлять мониторинг напряженно-деформированного состояния конструкции. Повышение точности определения влияния температуры и деформации конструкции композитных материалов на основе применения волоконно-оптических сенсоров. Датчики позволяют определять нагрузку и температуру в реальном времени с высокой точностью. Результаты исследования могут быть применены для особо ответственных высоконагруженных конструкций.

Ключевые слова: Интеллектуальные материалы, композитные материалы, волоконно-оптические датчики, дифракционно-брэгговскими решетками, влияния температуры и деформации.

Введение. В настоящее время большинство исследований и научных трудов касаются композитов, где матрица изготовлена из полимеров, керамических материалов или металлов (например, алюминия, титана, никеля) и других сплавов, которые армированы стекловолокном или углеродными волокнами. Такие композиты нашли широкое применение при изготовлении фюзеляжей и других конструкционных компонентов самолетов, планеров, космических кораблей и ракет, компоненты кузова автомобиля, топливные баки, корпуса и мачты яхт, лопасти ветряных турбин и бытовые приборы, в медицине и во многих других областях [1]. Кроме того, композиты используются для усиления существующих строительные конструкции, в том числе исторические (например, для сохранения мостов, церквей и т. д.) или для увеличения их несущей способности.

По структуре композиты делятся на несколько основных классов:

-матрице: производятся композиты с полимерной, керамической или металлической матрицей.

-структуре: слоистые, волокнистые, дисперсно-упрочненные, упрочненные частицами и нанокомпозиты;

Интеллектуальные материалы способны контролировать напряженно-деформированное состояние в условиях воздействия внешних факторов (нагрузок, температур). Такие материалы могут применяться для особо ответственных высоконагруженных конструкций. Для осуществления этих функций в структуру материала будут встроены оптоволоконные сенсоры, входящие в состав композиционного материала.

Методы. Одной из главных задач является усовершенствование метода оценки деформированности композитных материалов на основе использования волоконно-оптических

сенсоров со встроенными дифракционно-брэгговскими решетками (ДБР). Разработка математической модели трансформации оптического излучения в оптических структурах на основе ДБР. Разработка критерия эффективности, которая описывает корреляционную связь между температурными и деформационными показателями интеллектуальных композиционных структур и оптическими свойствами волоконно-оптических сенсоров на основе ДБР.

При интеграции волоконно-оптических датчиков (ВОД) в структуру КМ(композиционные материалы) возникает ряд проблем, связанных с подбором типов брэгговских решеток выбранных композитов которые будут применяться в определенных условиях[2]. То есть, надо выбрать определенный композиционный материал и подобрать структуру брэгговских решеток, которые путем спектральных характеристик выявим зависимость от температуры или деформации, которые позволят повысить достоверность.

Выявление зависимости спектральных характеристик ВБР от температуры или деформации позволит повысить достоверность и быстродействие определения температурных показателей оптического волокна путем разработки сенсорной информационно-измерительной системы на базе волоконной брэгговской решетки.

Благодаря своим уникальным свойствам – сочетанию высокой удельной прочности и жесткости, малого веса по сравнению с традиционными металлическими материалами, стойкости к агрессивным средам, высокой интегральности и технологичности исполнения ПКМ находят применение во многих отраслях промышленности . А также можно применять композит в качестве формирующей основы (опалубки) и бандажа (внешнего усиления) для бетонной арочной опоры и конструкционных элементов мостов и дамб (Рис.1.).

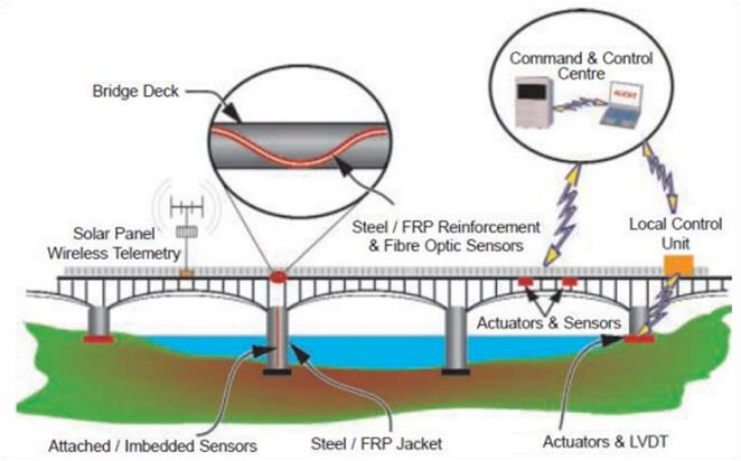


Рис. 1. Схема интеллектуального моста

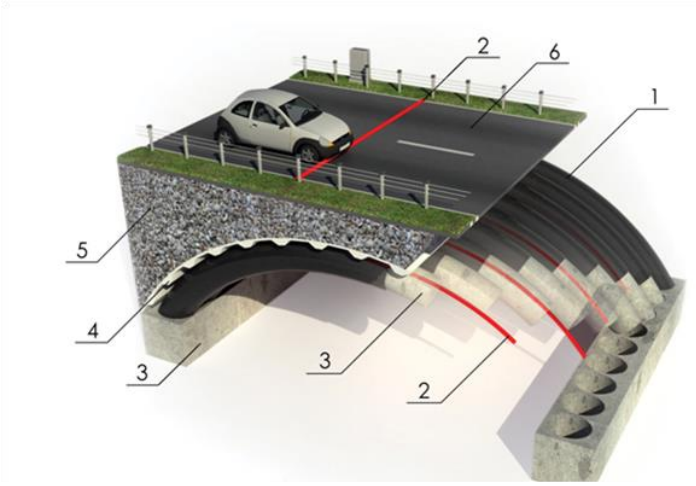


Рис. 2. Схема быстровозводимого моста
1– углепластиковые арочные элементы; 2– датчики контроля напряженно-деформированного состояния на базе информкомпозитов; 3– бетон; 4– профнастил;
5– песчано-гравийная смесь; 6– дорожное покрытие.

Обеспечивает:

▪ мониторинг напряженно-деформированного состояния конструкций, мостов, зданий и инженерных систем;

▪ контроль технического состояния дорожного покрытия;

▪ определение интенсивности и анализ транспортного потока;

▪ точность определения деформаций до 10^{-4}% на локальном участке длиной 3–5 мм;

▪ точность определения температуры 1°С.

Одним из факторов, которые ограничивают дальнейшее применение композитных материалов, является их относительно высокая восприимчивость к повреждению и, следовательно, проблемы безопасности и обслуживания[3]. Различные типы повреждений материалов, к которым склонны композиты, включают в себя расслаивание, разрыв волокна, поглощение жидкости, ударные повреждения, разрушение матрицы, снижение прочности и жесткости при повышенных температурах, концентрацию напряжений. Таким образом, композитные материалы должны осматриваться или проверяться для обнаружения малых повреждений прежде, чем они станут катастрофическими для конструкции из-за возрастания их количества и, в результате, соединения с другими поврежденными участками.

В то же время до сих не решен ряд проблем, связанных с эксплуатацией конструкций из ПКМ, препятствующих в полной мере осуществить внедрение композитов в нашу повседневную жизнь. Во-первых, обладая ярко выраженной анизотропией свойств и, как следствие, имея неоднородность структуры как на макро-, так и на микроуровне, ПКМ имеют характерный разброс упругопрочностных свойств до 15 %, что приводит к необходимости учета технологических особенностей производства ПКМ при проектировании, в то время как для металлических материалов характерна повторяемость свойств от партии к партии. Во-вторых, в полной мере отсутствуют методы диагностики текущего состояния конструкций из ПКМ и прогнозирования их ресурсных характеристик, в том числе после воздействия различных климатических факторов и других внешних воздействий, таких как, например, ударное воздействие. Не решены вопросы обнаружения внутренних эксплуатационных дефектов в режиме онлайн, отсутствуют технические решения, позволяющие оценивать допустимость текущих действующих внутренних и внешних воздействий на композитные конструкции.

Перспективным с точки зрения встроенного контроля материала конструкции являются оптические волоконные датчики на основе брэгговской решетки [11, 12]. Волоконные брэгговские решетки (ВБР) в сравнении с традиционно применяемыми тензодатчиками более компактны, не подвержены электромагнитным помехам и могут интегрироваться в единое оптоволокно. Вместе с этим, оптоволокно достаточно легко интегрируется в ПКМ (например, в угле-, стекло-, органопластики и т. п.) в процессе изготовления элемента конструкции. Поэтому, одним из рассматриваемых вариантов расположения ВБР является их интеграция в структуру ПКМ в процессе изготовления детали.

Основные преимущества ВОД для решения задачи мониторинга конструкций из различных материалов:

- Высокая точность определения деформации и температуры;
- Электромагнитная совместимость с РЭА;
- Широкий диапазон измерения деформаций;
- Малые геометрические размеры и вес;
- Возможность интеграции в ПКМ;
- Мониторинг крупногабаритных и протяженных объектов;
- Коррозионная стойкость и стойкость к агрессивным средам;

Применение подобных систем является технологически обоснованным с точки зрения структурной, химической и механической совместимости с компонентами ПКМ [15–16] при минимальных массогабаритных размерах, электромагнитной совместимости с радиоэлектронным оборудованием, мультиплексируемости и стабильности работы ВОД при воздействии эксплуатационных факторов. Здесь и далее речь идет о волоконно-оптических датчиках (ВОД) на основе волоконных брэгговских решеток (ВБР). Волоконная брэгговская решетка (ВБР) представляет собой модифицированный участок оптического волокна. На сегодняшний день ВБР – один из самых используемых чувствительных элементов ВОД, встречающийся во многих типах датчиков.

Волоконная решетка представляет собой участок волоконного световода (как правило, одномодового), в структуре которого наведена периодическая структура показателя преломления с периодом Λ, имеющая определенное пространственное распределение, схематически показанное на рис. 2.

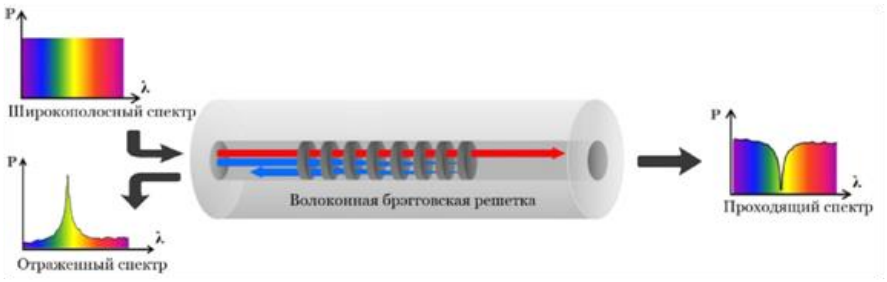


Рис. 2. Схематическое изображение волоконной решетки показателя преломления:
1 – сердцевина, *2* – кварцевая оболочка световода

Наибольшее распространение в настоящее время получили фотоиндуцированные решетки показателя преломления, которые записываются достаточно мощным УФ-излучением. В результате такого облучения в фоточувствительной сердцевине волоконного световода (*1*) происходит стабильное изменение показателя преломления, величина которого относительно невелика (Δn_{ind}~10^{-4}–10^{-2}), в то время как показатель преломления нелегированной кварцевой оболочки (*2*) остается неизменным.

В большинстве случаев перед записью решетки защитное покрытие световода удаляется, так как оно непрозрачно в УФ диапазоне спектра. Такая структура обладает уникальными спектральными характеристиками, которые и определяют ее широкое применение в различных устройствах волоконной оптики. Например, наиболее важным свойством волоконных брэгговских решеток (ВБР) является узкополосное отражение оптического излучения на определенной длине волны λ_{BG}, относительная спектральная ширина которого составляет $d\lambda_{BG}/\lambda_{BG}$~$10^{-6}$.

Структура волоконной решетки выбирается таким образом, чтобы обеспечить резонансное взаимодействие между определенными модами световода. Взаимодействие мод чаще всего описывается с помощью теории связанных мод [1], в рамках которой предполагается, что на определенной длине волны только две моды удовлетворяют условию фазового синхронизма и, таким образом, могут эффективно передавать друг другу энергию. Кроме того, предполагается, что поля мод в присутствии слабого периодического возмущения остаются неизменными.

Качество проектирования и технологического воплощения является определяющим при проведении механических испытаний системы встроенного контроля на основе ВОД в составе композитных конструкций.

Контроль спектральных характеристик записываемых решеток производится в процессе их записи при помощи оптического анализатора спектра ANDO 6317B со спектральным разрешением ~0,1 нм. Исследуется математическая модель, метрологические характеристики при измерении температуры на основе волоконно-брэгговских датчиков и зависимость показателей датчиков от начальных данных.

Критические точки, альтернативные пути реализации проекта: Для сокращения и выбора наиболее значимых чисел предлагается использовать следующие критерии: параметр должен представлять результат нескольких характеристик на основе волоконнобрэгговских решеток; параметр должен быть стабильным или иметь аналогичные закономерности временных изменений; альтернативные пути реализации проекта - это последовательность действий, направленных на решение некоторых запросов; метод критического пути - эффективный инструмент планирования расписания и управления сроками проекта.

На основе полученных результатов подобраны оптимальные параметры для этой композиционной структуры. Спроектирована измерительная система, которая позволит в реальном времени измерять нагрузку на композит. Проводятся экспериментальные тестирования в лабораторных условиях. Произведена оценка качества этой системы в лабораторных условиях,

произведена адаптация датчиков до объектов измерения. Разработаны требования к функциональности и эксплуатации системы.

Результаты –Предполагается применение полученных научных результатов и /или их коммерциализаци в разработке технологии введения в конструкционные материалы сенсорных элементов на основе оптических волокон с брэгговскими решетками, позволяющая осуществлять мониторинг напряженно-деформированного состояния конструкции, которые имеют определенную научную и практическую ценность в области мостостроения.

Результаты исследования могут быть применены для особо ответственных высоконагруженных конструкций.

Разработана технология интегрирования в конструкционные материалы сенсорных элементов на основе оптических волокон с брэгговскими решетками, позволяющая осуществлять мониторинг напряженно-деформированного состояния конструкции. Разработанные материалы и технология проверены в лабораторных условиях.

Обсуждение – Определены требования к размещению волоконно-оптической системы контроля в конструкциях из ПКМ (выкладка, зона ввода/вывода), исходя из используемых на практике схем армирования как регулярных зон, так и зон перехода конструкций. Экспериментально установлено, что волоконно-оптическая система контроля на основе ВОД сохраняет работоспособность после воздействия технологических режимов формования (180 °С, 0,7 МПа), теплового (1000 ч., 100 °С) и тепло-влажностного старения (60 °С, 85 %), является эффективным инструментом контроля внешних статических и динамических механических воздействий, при этом введение ВОД незначительно влияет на механические свойства ПКМ.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Shishkin V.V., Terentyev V.S., Kharenko D.S., Dostovalov A.V., Wolf A.A., Simonov V.A., Fedotov M.Yu., Shienok A.M., Shelemba I.S., Babin S.A. Fiber-optic sensors based on FBGs with increased sensitivity difference embedded in polymer composite material for separate strain and temperature/ / Measurements Transforming the Future of Infrastructure through Smarter Information: Proceedings of the International Conference on Smart Infrastructure and Construction. ICSIC 2016. – P. 75–79.

[2] Михайловский К.В., Базанов М.А. Измерение остаточных технологических деформаций в углепластике путем внедрения в него волоконных брэгговских решеток // Конструкции из композиционных материалов. – 2016. – № 2 (142). – С. 54–58.

[3] Федотов М.Ю., Бухаров С.В., Мухаметов Р.Р. Исследование защитных покрытий волоконно-оптических сенсоров, предназначенных для интеграции в полимерные композиционные материалы // Конструкции из композиционных материалов. – 2017. – № 4 (148). – С. 61–67.

[4] Мухаметов Р.Р., Ахмадиева К.Р., Деев И.С., Махсидов В.В. Защитное покрытие для волоконно-оптических датчиков / // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2016. – № 9 (141). – С. 29–34.

[5] Федотов М.Ю., Шиенок А.М., Мухаметов Р.Р., Гуляев И.Н. Исследование границы раздела полимерных матриц с оптическими световодами в информкомпозитах // Вопросы материаловедения. – 2017. – № 1. – С. 155–168.

[6] Федотов М.Ю., Бейлина Н.Ю., Гареев А.Р., Хижняк С.А. Особенности интеграции оптоволоконных сенсоров в трехслойные композитные детали // Тез. докл. Междунар. конф. молодых ученых, работающих в области углеродных материалов. – М., Троицк, 2017. – С. 143–144.

[7] Shishkin V.V., Terentyev V.S., Kharenko D.S., Dostovalov A.V., Wolf A.A., Simonov V.A., Fedotov M.Yu., Shienok A.M., Shelemba I.S., Babin S.A. Experimental method of temperature and strain discrimination in polymer composite material by embedded fiber-optic sensors based on femtosecond-inscribed FBGs // Journal of Sensors. – 2016. – Т. 2016. Article ID 3230968. – 6 p. – URL: http://dx.doi.org/10.1155/2016/3230968.

[8] Федотов М.Ю., Шиёнок А.М., Гуляев И.Н., Васильев С.А., Медведков О.И. Исследование влияния ударных воздействий на спектральные характеристики оптоволоконных сенсоров на основе волоконных брэгговских решеток, интегрированных в полимерный композиционный материал // Вопросы материаловедения. – 2015. – № 4 (84). – С. 100–108.

[9] Kablov E.N., Sivakov D.V., Gulyaev I.N., Sorokin K.V., Fedotov M.Y., Dianov E.M., Vasil'ev S.A., Medvedkov O.I. Application of optical fiber as strain gauges in polymer composite materials // Polymer Science. Series D. – 2011. – Т. 4, № 3. – P. 246–251.

[10] Кошелева Н.А., Шипунов Г.С., Воронков А.А., Меркушева Н.П., Тихонова А.А. Экспериментальные исследования по определению деформаций образцов из полимерного композиционного материала с применением волоконно-оптических датчиков// Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Аэрокосмическая техника. – 2017. – № 50. – С. 26–35.

[11] Варжель С.В., Волоконные брэгговские решетки. – СПб: Университет ИТМО, 2015. – 65 с.

[12] Sevodina N.V., Yurlova N.A., Oshmarin D.A. The optimal placement of the piezoelectric element in a structure based on the solution of the problem of natural vibrations//Solid State Phenomena. – 2015. – Vol. 243. – P. 67–74.

[13] Wu Q., Yu F., Okabe Y., Saito K., Kobayashi S. Acoustic emission detection and position identifi-cation of transverse cracks in carbon fiber–reinforced plastic laminates by using a novel optical fi-ber ultrasonic sensing system // Structural Health Monitoring. 2014. No. 14. P. 205–213.

[14] Каблов Е.Н., Старцев В.О., Иноземцев А.А. Влагонасыщение конструктивно-подобных элементов из полимерных композиционных материалов в открытых климатических условиях с наложением термоциклов // Авиационные материалы и технологии. 2017. №2 (47). С. 56–68. DOI: 10.18577/2071-9140-2017-0-2-56-68.

[15] Федотов М.Ю., Шиенок А.М., Мухаметов Р.Р., Гуляев И.Н. Исследование границы раздела полимерных матриц с оптическими световодами в информкомпозитах // Вопросы материаловедения. – 2017. – № 1. – С. 155–168.

[16] Shishkin V.V., Terentyev V.S., Kharenko D.S., Dostovalov A.V., Wolf A.A., Simonov V.A., Fedotov M.Yu., Shienok A.M., Shelemba I.S., Babin S.A. Experimental method of temperature and strain discrimination in polymer composite material by embedded fiber-optic sensors based on femtosecond-inscribed FBGs // Journal of Sensors. – 2016. – T. 2016. Article ID 3230968. – 6 p. – URL: http://dx.doi.org/10.1155/2016/3230968.

Ералиева Б.Ш., Тунгатарова А.Т., Боранкулова Г.С.

Енгізілген талшықты оптикалық датчиктердің интеллектуалды композиттік құрылғыларын зерттеу

Түйіндеме. Құрылымның кернеулі күйін бақылауға мүмкіндік беретін Брэгг торлары бар оптикалық талшықтар негізінде құрылымдық материалдарға сенсор элементтерін енгізу технологиясын жасау. Талшықты-оптикалық сенсорларды қолдану негізінде композициялық материалдардың температуралық және құрылымдық деформациясының әсерін анықтау дәлдігін арттыру. Сенсорлар жүктеме мен температураны нақты уақыт режимінде жоғары дәлдікпен анықтауға мүмкіндік береді. Зерттеу нәтижелері маңызды жүктеме құрылымдарына қолданыла алады.

Түйінді сөздер: Интеллектуалды материалдар, композициялық материалдар, талшықты-оптикалық датчиктер, дифракциялық-Брэгг торлары, температура мен деформацияның әсері.

УДК 622.276.76

S.Zakenov, L.Nurshakhanova, M.Turniyaz
(Caspian State University of Technologies and Engineering named after Sh. Yessenov,
Aktau, Kazakhstan, E-mail: senbek@rambler.ru)

TECHNOLOGY APPLYING EXPERIENCE OF SIMULTANEOUS AND SEPARATE EXPLOITATION OF RESERVOIRS BY A WELL EQUIPPED WITH VARIOUS PRODUCTION METHODS

Abstract. This paper presents the results of the analysis of the experience of the use of technology simultaneously-separate operation of seams is well equipped with various mining methods to optimize the system of field development characterized by a large variety of reservoir characteristics and properties of their products.

Keywords: field, simultaneously-separate operation, well, oil, reservoir, analysis, efficiency, method.

С.Т. Закенов, Л.К. Нуршаханова, М.Б.Турнияз
(Каспийский государственный университет технологии и инжиниринга имени Ш. Есенова,
Актау, Казахстан)

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОДНОВРЕМЕННО-РАЗДЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЛАСТОВ СКВАЖИНОЙ ОБОРУДОВАННОЙ РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ ДОБЫЧИ

Аннотация. В данной работе представлены результаты анализа опыта применения технологии одновременно-раздельной эксплуатации пластов скважиной оборудованной различными способами добычи с целью оптимизации системы разработки месторождений характеризующихся большим разнообразием фильтрационно-емкостных характеристик и свойств их продукции.

Ключевые слова: месторождение, одновременно-раздельная эксплуатация, скважина, нефть, пласт, анализ, эффективность, способ.

Введение. В настоящее время большая часть крупных нефтяных месторождений находятся на поздних стадиях и характеризуется высокой обводнённостью добываемой продукции и неполной выработкой извлекаемых запасов [1].

Одновременно-раздельная эксплуатация (ОРЭ) пластов (объектов) через одну скважину (группу скважин) - это комплекс технических и технологических мероприятий, позволяющих воздействовать через скважины на каждый объект многопластового месторождения с целью обеспечения его выработки в оптимальном режиме [2,3,4].

При этом некоторые эксплуатационные объекты не имеют достаточного объёма запасов углеводородов для рентабельной эксплуатации самостоятельной сеткой скважин, поэтому недропользователи вынуждены вовлекать в совместную разработку несколько эксплуатационных объектов. [5].

Обоснованием, разработкой, внедрением и совершенствованием технологий и оборудования для одновременно-раздельной эксплуатации скважин, а также исследованиями при их применении занимались [5-13] и др.

С другой стороны одновременно-раздельная эксплуатация различных горизонтов скважиной оборудованных различными способами добычи нефти (например: эксплуатация штангово-глубиннонасосным способом совместно с применением электроцентробежного насоса дополнительно с инжектором) сложно отнести к рациональной разработке месторождения, ибо она представляет достаточно жесткий способ интенсификации добычи нефти.

Безусловно, многопластовость, значительная объемная неоднородность продуктивных горизонтов (в 5-10 раз большая, чем на нефтяных месторождениях Урало-Поволжья), аномальные свойства нефтей и многие другие особенности предопределили основные трудности в проектировании, разработке и эксплуатации месторождении западного Казахстана [14,15].

Поэтому обобщение результатов внедрения метода одновременно-раздельной эксплуатации (закачки) нефтяных пластов в одной скважине на нефтяных месторождениях, где разрез представлен несколькими продуктивными различного рода проницаемости пластами и разрабатываются на последней стадии разработки на предмет целесообразности с экономической и технологической точки зрения является весьма актуальной задачей.

Методология. В большинстве случаев нефтяные месторождения многопластовые. Одновременная разработка нескольких пластов возможна только при одинаковых физико-химических свойствах нефтей в различных пластах; если достаточен приток нефти и газа из каждого пласта при допустимом забойном давлении в скважине; при близких значениях пластового давления в объединяемых пластах, исключающих перетоки нефти между пластами; если близка степень обводнения продукции пластов.

В ряде случае в эти условия в комплексе или в отдельности не соблюдаются и тогда применяют раздельную эксплуатацию нескольких пластов одной скважиной.

Причем, если несовместимы только пластовые условия при одинаковых свойствах нефтей, то применяют раздельную эксплуатацию пластов со смешением потоков их продукций в стволе скважины. Если же несовместимы и другие условия совместной эксплуатации пластов, продукция их поднимается на поверхность по различным каналам.

При выборе пластов для раздельной эксплуатации учитывается также ряд других факторов - степень выработки пластов, суммарный отбор по скважинам, положение начальных и текущих контуров нефтеносности по отношению к скважинам, продуктивность пластов, мощности пластов и разделяющих их непроницаемых перемычек, исправность обсадных труб и цементного кольца.

Многопластовые залежи с различными физико-геологическими условиями в пластах разрабатывались путем поочередного введения пластов в эксплуатацию по схеме «снизу вверх».

Такая система замедляет разработку залежи, сопровождается потерей значительного количества продукции, остающейся в маломощных пластах и участках, имеющих местное распространение и не охватываемых разработкой.

Широкое распространение одновременно-раздельной эксплуатации (ОРЭ) нескольких пластов с использованием одной сетки скважин — мощное средство повышения технико-экономической эффективности разработки месторождений.

Этот способ позволяет снизить металлоемкость, себестоимость нефти, сократить время эксплуатации многопластовой залежи, увеличить нефтеотдачу пластов за счет дифференцированных перепадов давлений при эксплуатации пластов с различными физико-геологическими условиями

Использование ОРЭ позволяет уплотнить сетки эксплуатационных и нагнетательных скважин (при одинаковом их числе, что и при разработке пластов самостоятельными сетками).

При этом удается увеличить как текущую добычу нефти, так и конечную нефтеотдачу за счет охвата разработкой прерывистых, линзовидных коллекторов.

На рисунке 1.2 представлена схема классификации технологий ОРЭ, предложенная ОАО «Татнефть» [16].

Цели, решаемые при ОРЭ, можно подразделить на нижеследующие:

1. Регулирование процесса разработки многопластового месторождения, вскрытого единой сеткой скважин. В этом случае ОРЭ обеспечивает оптимальный режим работы каждого из пластов, т.е. их равномерную выработку, требуемые дебиты каждого пласта в отдельности для продления периода фонтанирования всех или одного из пластов, раздельный подъём жидкости из каждого пласта – имеющей различные товарные свойства (качество, степень обводнённости, содержание вредных компонентов).

2. Эксплуатация новых продуктивных пластов работающими скважинами для получения дополнительной нефти. В этом случае ОРЭ позволяет ввести в эксплуатацию законсервированные пласты (дополнительная перфорация), уплотнить сетку скважин по одному или нескольким пластам многопластового месторождения.

3. Совмещение процессов разработки газовых, нефтяных и водяных пластов в специальных скважинах. При этом ОРЭ решает следующие задачи:

- Использование энергии газа одного пласта для подъёма жидкости из другого.
- Совмещение в одной скважине функций отбора и нагнетания.

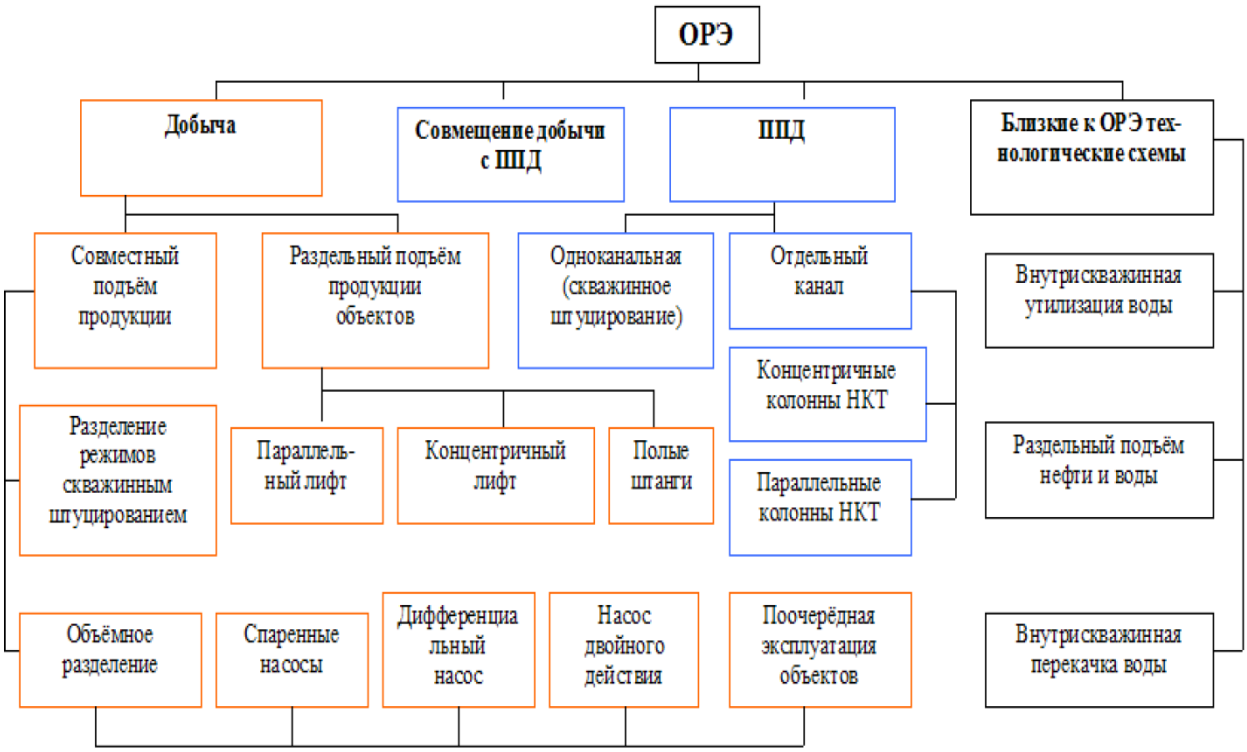


Рис. 1. Классификация технологических схем и установок для ОРЭ для разработки нефтяных месторождений

В нефтепромысловой практике используется в основном стандартное технологическое оборудование, упрощающее проведение спуско-подъемных операции, обслуживание и ремонт.

Широко распространенная принципиальная схема подземной компоновки ОРЭ добывающей скважины, разрабатывающей вышележащий горизонт – с использованием ШГНУ, нижележащий горизонт – с использованием УЭЦН, представлена на рисунке 2.

Данная компоновка оборудования применяется на выбранном для анализа эффективности применения ОРЭ месторождении Айранколь.

Вышележащие горизонты работают с использованием установок оборудованных штанговыми глубинными насосами (УШГН), нижележащие горизонты – с использованием установок оборудованных электроцентробежными насосами (УЭЦН) и др.

Скважины, эксплуатировались следующими подземными оборудованиями: в скважину спускаются штанги класса «Dsuper» диаметром 22 мм, насосно-компрессорные трубы диаметром 73, 89 и 102 мм, глубинный штанговый вставной насос с подвижным цилиндром типа RHBM, смеситель скважинной жидкости, клапаны мембранный, механический и обратный, электроцентробежный насос типа ЭЦН-80-1200.

Также используется погружной электропривод ПЭПГКС-32-117-140 мощностью 32 кВт, пакер механического типа ПРО-ЯДЖ-О, под пакером спущен перфорированный патрубок.

Результаты. В таблице 1 приведены результаты внедрения технологии ОРЭ, позволяющие использовать одну скважину для одновременной эксплуатации двух продуктивных горизонтов.

По данным, приведённым в таблице 1, можно сравнить параметры работы скважин до перевода на ОРЭ со средними значениями параметров работы скважин за весь период работы по технологии ОРЭ.

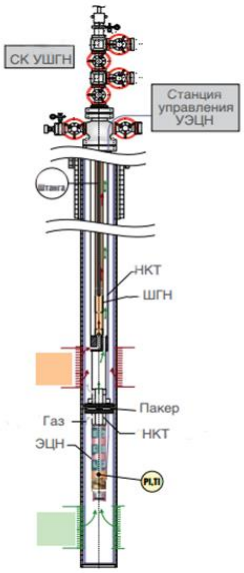


Рис. 2. Принципиальная схема подземной компоновки ОРЭ добывающей скважины

Ниже приводится история работы скважин, на которых внедрена технология ОРЭ.

Таблица 1. **Результаты внедрения технологии ОРЭ**

№ скв	Параметры работы скважин								Прирост дебита нефти, т/сут
	До ОРЭ				После внедрения ОРЭ (средние значения за весь период работы)				
	Горизонт	Способ экспл.	Дебит нефти, т/сут	% воды	Горизонт	Способ экспл.	Дебит нефти, т/сут	% воды	
302	Ю-V	ШГН	15,9	22,3	Ю-IV	ШГН	21,6	22,0	19,7
					Ю-V	УЭЦН	14,0	21,6	
					Ю-IV+Ю-V		**35,6**	**21,8**	
315	Ю-IIБ	Ф	49,6	2,0	Ю-IIБ	ШГН	60,0	10,9	84,1
					Ю-III	УЭЦН	73,7	11,2	
					Ю-IIБ+Ю-III		**133,7**	**11,1**	

317	Ю-III	Ф	4,0	9,7	Ю-IIБ	УЭЦН	20,4	11,9	65,2
					Ю-III	УЭЦН	48,8	13,0	
					Ю-IIБ+Ю-III		**69,2**	**12,4**	
325	Ю-IIА	Ф	20,9	9,0	Ю-IIА	ШГН	8,9	24,6	10,7
					Ю-III	УЭЦН	22,7	21,8	
					Ю-IIБ+Ю-III		**31,6**	**23,2**	
345	Ю-V	УЭЦН	16,0	14,0	Ю-IV	ШГН	11,2	12,5	12,0
					Ю-V	УЭЦН	16,8	26,5	
					Ю-IV+Ю-V		**28,0**	**19,5**	

До ОРЭ скважина 302 эксплуатировала горизонт Ю-V с использованием СШНУ, глубина спуска насоса составляла 403 м, длина хода полированного штока 2500 мм, число качаний - 3,7 кач/мин, дебит нефти составлял в среднем 15,9 т/сут, обводнённость – 22,3%. Пуск скважины в работу с использованием ОРЭ осуществлён в 2012 г.

Горизонт Ю-V. При переводе на ОРЭ горизонт Ю-V работает с использованием УЭЦН. Перевод с СШНУ на УЭЦН сопровождался ростом дебита нефти, который в течение года составлял в среднем 25,3 т/сут. После чего дебит нефти в течение следующего года стабилизировался на значении в среднем 16 т/сут, а далее продолжил снижение. В настоящее УЭЦН работает с частотой вращения вала 2340 оборотов в минуту и глубиной установки насоса 1139 м, дебит нефти горизонта Ю-V составляет 7,6 т/сут, дебит жидкости – 15,7 м^3/сут, обводнённость – 40,2%.

Горизонт Ю-IV. В течение первых 2-х лет после пуска в работу по технологии ОРЭ дебит нефти составлял в среднем 35 т/сут при обводнённости в среднем 11%. Далее наблюдается постепенное снижение дебита нефти до 10-15 т/сут на фоне роста обводнённости до 30%. Горизонт разрабатывается с использованием СШНУ, глубина спуска насоса составляет 1021,7 м, длина хода полированного штока составляет 3000 мм и производит 3,8 качаний в минуту. Дебит нефти составляет 6,4 т/сут, дебит жидкости – 11,4 м^3/сут, обводнённость – 30,2%.

До ОРЭ скважина 315 фонтанировала на 5 мм штуцере на горизонте Ю-IIБ со средним дебитом жидкости 63,2 м^3/сут, дебитом нефти – 49,6 т/сут, обводнённостью 2,0%.Пуск скважины в работу с использованием ОРЭ осуществлён в 2013 г.

Горизонт Ю-IIБ. При переводе на ОРЭ горизонт Ю-IIБ работает с использованием СШНУ. Перевод с фонтанного на механизированный способ добычи (СШНУ) сопровождался ростом дебита нефти, который до октября 2014 г. в среднем составлял 76 т/сут. После чего наблюдается снижение дебита нефти в среднем до 48 т/сут на фоне роста обводнённости до 10-15%.

В настоящее время разрабатывается с использованием СШНУ, глубина спуска насоса составляет 789 м, длина хода полированного штока составляет 2500 мм и производит 3,8 качаний в минуту. Наземным приводом СШНУ служит привод штанговых глубинных насосов ПШГН-8. Замеры динамического уровня указывают на полуфонтанный режим работы, скважина работает с переливом, дебит нефти составляет 50,5 т/сут, дебит жидкости – 74,3 м^3/сут, обводнённость – 15,0%.

Горизонт Ю-III. В течение первых 1,5 лет после пуска в работу по технологии ОРЭ дебит нефти составлял в среднем 100 т/сут при обводнённости в среднем 9%. После чего наблюдается постепенное снижение дебита нефти до 50 т/сут при обводнённости 15%. Эксплуатируется с использованием УЭЦН с частотой вращения вала 2134 оборотов в минуту и глубиной установки насоса 1068,8 м, дебит нефти составляет 52,6 т/сут, дебит жидкости – 86,8 м^3/сут, обводнённость – 15,0%.

До ОРЭ скважина 317 фонтанировала на 5 мм штуцере на горизонте Ю-III со средним дебитом жидкости 5,4 м3/сут, дебитом нефти – 4,0 т/сут, обводнённостью 9,7%. В скважину были спущены НКТ на глубину 1113,9 м, скважина работала на 5 мм штуцере.

В 2013 г. приступили к оборудованию скважины для одновременно раздельной эксплуатации горизонтов Ю-IIБ (Фонтан) и Ю-III (УЭЦН).

Горизонт Ю-IIБ фонтанировал с дебитом нефти в среднем 20,4 т/сут и обводнённостью в среднем 12%. Горизонт Ю-III работал с использованием УЭЦН с дебитом нефти в среднем 48,8 т/сут и обводнённостью в среднем 13%.

До ОРЭ скважина 325 фонтанировала на 5 мм штуцере на горизонте Ю-IIА со средним дебитом жидкости 28,7 м3/сут, дебитом нефти – 20,9 т/сут, обводнённостью 9,0%. В скважину были спущены НКТ на глубину 1099 м.

В 2013 г. приступили к оборудованию скважины для одновременно раздельной эксплуатации горизонтов Ю-IIА (СШНУ) и Ю-III (УЭЦН).

Горизонт Ю-IIА. Перевод с фонтанного способа эксплуатации на механизированный (СШНУ) при пуске по технологии ОРЭ не привёл к увеличению дебита нефти, но произошёл рост обводнённости продукции в среднем с 9% до 20%. Весь анализируемый период происходила стабильная работа с дебитом нефти в среднем 10 т/сут. Начиная с октября 2016 г. наблюдается резкий рост обводнённости до 78%. Разрабатывается с использованием СШНУ, глубина спуска насоса составляет 904,12 м, длина хода полированного штока составляет 2500 мм и производит 4 качания в минуту. Наземным приводом СШНУ служит привод штанговых глубинных насосов ПНШ-80. Динамический уровень составляет 325 м, дебит нефти - 2,3 т/сут, дебит жидкости – 13,1 $м^3$/сут, обводнённость – 77,8%.

Горизонт Ю-III. В течение первых 1,5 лет после пуска в работу по технологии ОРЭ дебит нефти составлял в среднем 36 т/сут, обводнённость при этом снижалась в среднем с 43% до 13%. После чего дебит нефти стабилизировался и в течение года составлял в среднем 18 т/сут при обводнённости 10%. Начиная с 2016 г. видно снижение дебита нефти до 10 т/сут на фоне роста обводнённости до 68%. Разрабатывается с применением УЭЦН. На глубину 1090,41 м спущен электроцентробежный насос, частота вращения вала 2400 оборотов в минуту. Дебит нефти горизонта Ю-III составляет 9,9 т/сут, дебит жидкости – 34,3 $м^3$/сут, обводнённость – 64,1%.

Скважина 345 была пробурена в июне 2013 г. и сразу предназначалась для одновременно раздельной эксплуатации горизонтов Ю-IV (СШНУ) и Ю-V (УЭЦН).

Горизонт Ю-IV. В течение первого года после пуска в работу по технологии ОРЭ дебит нефти составлял в среднем 20 т/сут при обводнённости около 10%. После чего наблюдается постепенное снижение дебита нефти до 4 т/сут. Разрабатывается с использованием СШНУ, глубина спуска насоса составляет 958 м, длина хода полированного штока составляет 2500 мм и производит 4,4 качания в минуту. Наземным приводом СШНУ служит привод штанговых глубинных насосов ПШГН-6. Замеры динамического уровня указывают на полуфонтанный режим работы, скважина работает с переливом, дебит нефти горизонта Ю-IV составляет 3,9 т/сут, дебит жидкости – 5,2 $м^3$/сут, обводнённость – 6,3%.

Горизонт Ю-V. В течение первого года после пуска в работу по технологии ОРЭ дебит нефти составлял в среднем 35 т/сут при обводнённости около 9%. После чего наблюдается постепенное снижение дебита нефти до 5 т/сут на фоне роста обводнённости до 65%. Разрабатывается с использованием УЭЦН с частотой вращения вала 2505 оборотов в минуту и глубиной установки насоса 1091,8 м, дебит нефти составляет 4,9 т/сут, дебит жидкости – 17,8 $м^3$/сут, обводнённость – 65,8%.

В целом в результате применения технологии ОРЭ наблюдается увеличение дебита нефти от 1,5 раза (скважина 325) до 17,3 раза (скважина 317), что в среднем составило 5,1 раза на одну скважину.

Обсуждение. Безусловно одновременно-раздельная эксплуатация нескольких пластов характеризующихся большим разнообразием фильтрационно-емкостных характеристик и свойств их продукции скважиной оборудованной различными способами добычи нефти является перспективным решением задач разработки и эксплуатации многопластовых месторождений.

Повышение эффективности внедрения одновременно-раздельной эксплуатации нескольких объектов возможно выбором скважин для реализации ОРЭ и за счёт использования технологических и технических решений с применением тандемных установок (ШГН+ЭЦН, ЭЦН+ЭЦН и т.д.).

ЛИТЕРАТУРА

[1] Заббаров Р.Г. Совершенствование одновременно-раздельной эксплуатации пластов на поздней стадии разработки нефтяных месторождений. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, Бугульма-2010.

[2] Хазипов Р.Г., Базаревская В.Г., Гарифов К.М. Эффективность применения методов одновременно-раздельной добычи нефти из каширских и нижезалегающих залежей на восточном борту Мелекесской впадины / // Георесурсы. – 2015. – № 3 (62). – стр. 3–6.

[3] Крякушин А.И., Шляпников Ю.В., Агафонов А.А., Никишов В.И. Результаты и перспективы внедрения одновременно-раздельной эксплуатации пластов в одной скважине // Территория Нефтегаз. 2009. № 12. стр. 50-53.

[4] Нургалиев А.А., Хабибуллин Л.Т. Анализ эффективности ОРЭ на мелких месторождениях Юго-Востока Республики Татарстан // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. 2015. №Т. 2. № 3. стр. 169-172.

[5] Леонов И.В. «Повышение эффективности технологии одновременно-раздельной разработки нескольких эксплуатационных объектов: на примере месторождений Западной Сибири. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, Москва - 2011

[6] Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти. Учебное пособие для вузов. – Москва, Нефть и газ, 2007. – 826 с.

[7] Мищенко И.Т., Бравичева Т.Б., Ермолаев А.И. Выбор способа эксплуатации скважин нефтяных месторождений с трудноизвлекаемыми запасами. Москва.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2005. - 448 с.

[8] Ведерников В.Я. Обоснование и совершенствование технологии одновременно-раздельной эксплуатации скважин с УЭЦН применением струйного эжектора. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, Уфа-2011.

[9] Барышников А. В. Поляков Д. Б., Шаймарданов Р. Ф. Технологии одновременно -раздельной эксплуатации скважин на Южной лицензионной территории Приобского месторождения // Нефтяное хозяйство. - 2013. - № 5. - стр. 121-123.

[10] Афанасьев И.С. Пасынков А.Г., Худяков Д.Л., Габдулов Р.Р., Никишов В.И., Сливка П.И. Одновременно-раздельная эксплуатация скважин. Создание «интеллектуальной» скважины // Нефтяное хозяйство. – 2008. – № 11. – стр. 66-70.

[11] Габдулов Р.Р., Агафонов А.А., Сливка П.И., Никишов В. И. Опыт применения технологий для ОРЭ многопластовых месторождений в ОАО «НК «Роснефть» // Инженерная практика. – 2010. – № 1. – стр. 30-37.

[12] Казанцев И. Ю., Гордеев А. О., Вахрушева И. А., Луценко А. А. Опыт внедрения технологии одновременно-раздельной эксплуатации на Верхнеколик-Еганском месторождении // Нефтяное хозяйство. – 2010. – № 2. – стр. 44-47.

[13] Валеев М.Д., Газаров А.Г., Масенкин В.А., Немков А.Н., Миннахмедов Т.М. Разработка и результаты испытаний оборудования для одновременно-раздельной эксплуатации скважин с установками электроцентробежных насосов// Нефтяное хозяйство. - 2016. - № 2. - стр. 86-88.

[14] Воцалевский Э.С., Куандыков Б.М., Булекбаев З.Е. и др./ Месторождение нефти и газа Казахстана. Справочник. // Под редакцией Абдуллина А.А., Воцалевского З.С., Куандыкова Б.М. - М.: Недра, 1993. - 247 с.

[15] Надиров Н.К., Вахитов Г.Г. и др. «Новые нефти Казахстана и их использование. Технология повышения нефтеизвлечения» – Алма-Ата: Наука, 1982. – 276 с.

[16] Гарифов К.М., Ибрагимов Н.Г., Кадыров А.Х., Заббаров Р.Г., Фадеев В.Г. Одновременно-раздельная эксплуатация пластов в ОАО «Татнефть». Нефтяное хозяйство. 2011. стр. 156-159.

Зәкенов С.Т., Нұршаханова Л.К. Турнияз М.Б.

Әр түрлі өндіру тәсілдерімен жабдықталған ұңғымен қабаттарды бір мезгілде-бөлек пайдалану технологиясын қолдану тәжірибесі

Түйіндеме. Бұл жұмыста әр түрлі сүзгіш-сыйымдылық сипаттамалар мен олардың өнімдерінің қасиеттерінің алуан түрлілігімен сипатталатын кен орындарын игеру жүйесін оңтайландыру мақсатында өндірудің әр түрлі тәсілдерімен жабдықталған ұңғыма қабаттарын бір мезгілде-бөлек пайдалану технологияларды қолдану тәжірибесін талдау нәтижелері ұсынылған.

Кілттік сөздер: кен орны, бір мезгілде-бөлек пайдалану, ұңғыма, мұнай, қабат, талдау, тиімділік, тәсіл.

УДК 621.395

A.Kasimov, A.Mukayeva
(AUES Almaty, Kazakhstan. aisulu_kst@mail.ru)

RESEARCH AND SIGNAL PROCESSING OF MULTI-CHANNEL POWER COMMUNICATION SYSTEM

Abstract. This article is devoted to the study of methods that can improve the use of the time-frequency resource in telecommunication wireless mobile broadband access systems, an overview of the physical layer technologies of mobile communication systems, and an increase in spectral efficiency is considered.

The development of the new technology of the “Internet of things” leads to the fact that the next-generation communication system should provide for the operation of many wireless devices, sensors, sensors within one node station.

Key words: multiple access, frequency separation method, classification of non-orthogonal methods.

А. О. Касимов, А. Т. Мукаева
(АУЭС, Алматы, Казахстан. 64razak@mail.ru aisulu_kst@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ МНОГОКАНАЛЬНЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ ПО МОЩНОСТИ

Аннотация. Данная статья посвящена исследованию методов, которые позволяют повысить эффективность использования частотно-временного ресурса в телекоммуникационных беспроводных мобильных системах широкополосного доступа, обзор технологий физического уровня мобильных систем связи, рассматривается повышение спектральной эффективности.

Развитие новой технологии “интернета вещей” приводит к тому, что система связи следующего поколения должна обеспечивать работу множества беспроводных устройств, датчиков, сенсоров в пределах одной узловой станции.

Ключевые слова: множественный доступ, метод частотного разделения, классификация неортогональных методов.

В настоящий момент проблема решается единственным способом - увеличением полосы частот и использованием дополнительных частотных диапазонов. Это дороговизна аренды операторами частотного диапазона и его физически ограниченный ресурс.

Исследованию метода неортогонального множественного доступа с разделением каналов по мощности. одним из перспективных методов мультиплексирования для применения на физическом уровне мобильных системах связи 5-го поколения.

Идеологически методы множественного доступа можно разделить на две категории – OMA (Orthogonal Multiple Access – ортогональный или квазиортогональный метод множественного доступа) и NOMA (Non-Orthogonal Multiple Access – неортогональный метод множественного доступа) [1].

OMA схемах является максимально возможное исключение межканальной интерференции, которая не позволяет достоверно демодулировать канальные символы. в процессе прохождения сигнала через канал распространения радиоволн может возникать неконтролируемая межканальная интерференция, которая допустима до тех пор, пока сигналы одних каналов незначительно увеличивают вероятность появления ошибок в других. В отличие от OMA, группа методов NOMA основана на идее использования контролируемой межканальной интерференции для получения выигрыша спектральной эффективности.

Ортогональные и квазиортогональные методы множественного доступа OMA основаны на принципе мультиплексирования каналов с исключением межканальной интерференции. К таким методам множественного доступа относятся:

1. FDMA (Frequency Division Multiple Access) - метод частотного разделения каналов). Каждому каналу выделяется определенный частотный ресурс.

2. TDMA (Time Division Multiple Access) – метод временного разделения каналов. Каждому каналу выделяется определенный временной ресурс.

3. CDMA (Code Division Multiple Access) – метод кодового разделения каналов. Каждому каналу выделяется сигнал из ансамбля ортогональных или квазиортогональных последовательностей.

4. OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) – ортогональное частотное разделение каналов. Каждому каналу выделяется участок частотно-временного ресурса в виде набора ортогональных поднесущих и временного слота с использованием OFDM-модуляции [1,2].

5. SDMA (Space Division Multiple Access) – пространственное разделение каналов. Формируется многолучевая диаграмма направленности и каждый луч направлен в сторону абонента с помощью адаптивной фазированной антенной решеткой (АФАР).

6. PDMA (Polarization Division Multiple Access) – поляризационное разделение каналов. В настоящее время метод множественного доступа с ортогональным частотным разделением каналов OFDMA является одним из наиболее эффективных для использования в мобильных системах связи и

применяется в таких высокоскоростных системах как LTE [3-9] и Wi-MAX [11-15]. OFDMA основан на принципах ортогональной частотной модуляции OFDM. Под каждый пользовательский канал связи выделяется определенная полоса частот в виде набора ортогональных поднесущих OFDM-символа, которые могут содержать как модуляционные символы QAM, так и элементы кодовой последовательности. В спектральной области OFDM-символа происходит уплотнение нескольких пользовательских каналов по частоте. Пример мультиплексирования 4-х каналов методом OFDMA представлен на рисунке 1.1.

В отличие от методов OMA, методы неортогонального множественного доступа NOMA позволяют использование единого частотно-временного ресурса несколькими пользователями без использования ортогональных функций. Это может способствовать увеличению спектральной эффективности и росту количества пользователей, одновременно находящихся в сети. В настоящий момент все технологии NOMA могут быть разделены на две категории –мощностное PD-NOMA (Power Division NOMA, PD-NOMA) и кодовое CD-NOMA (Code Division NOMA, CD-NOMA).

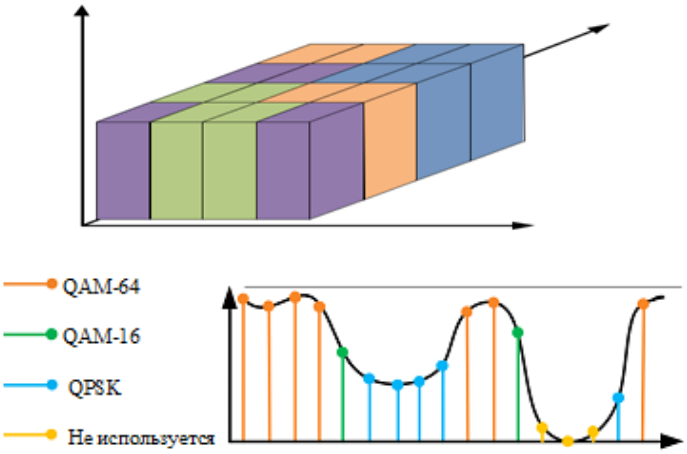


Рис. 1. Пример мультиплексирования 4-х каналов методом OFDMA

В CD-NOMA применяется разделение каналов с помощью специальной квазиортогональной расширяющей кодовой последовательности (схоже с CDMA). CD-NOMA можно разделить на несколько направлений: расширение канальных символов последовательностью низкой плотности LDS-CDMA, расширение канальных символов последовательностью низкой плотности с последующей OFDM модуляцией LDS-OFDM [3] и использование специальных кодовых книг для формирования канальных символов SCMA . По оценке инженеров [4] метод SCMA является наиболее перспективным в группе CD-NOMA, т.к. обеспечивает лучшую производительность при наименьшей вычислительной сложности.

В PD-NOMA для разделения каналов вводится дополнительный домен – мощность. Таким образом, пользовательские каналы располагаются в едином частотно-временном ресурсе, но имеют отличную друг от друга мощность. Для приема и обработки PD-NOMA сигнала используется метод последовательного подавления помех SIC (Serial interference cancellation) [19].

Существует еще два метода неортогонального множественного доступа, тесно связанные с NOMA: Pattern Division Multiple Access (PDMA) и Spatial Division Multiple Access (SDMA) [20] PDMA может быть реализован в нескольких доменах. На стороне передатчика реализуется максимальное разнесение и минимизация наложений пользовательских каналов друг на друга, образуя неортогональные сектора. Мультиплексирование секторов происходит в кодовом домене, пространственном домене или одновременно в обоих доменах. В SDMA для разделения абонентов используется индивидуальная импульсная характеристика канала. Этот принцип оказывается полезным в случае, если число восходящих пользовательских каналов значительно превышает число антенн базовой станции. Классификация методов неортогонального множественного доступа, предложенных для использования в системах мобильной связи следующего поколения представлена на рисунке 1.2. Наиболее перспективными для исследования и применения являются методы SCMA и PD-NOMA [5].

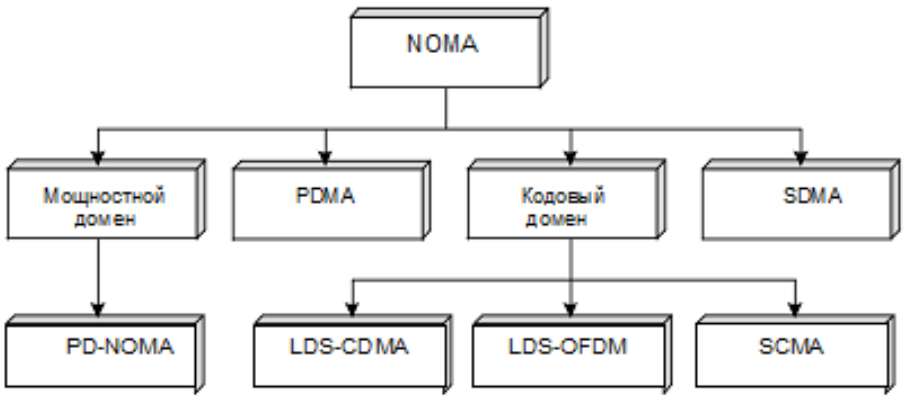


Рис. 2. Классификация неортогональных методов множественного доступа

В основании метода PD-NOMA лежит технология суперпозиционного кодирования SC (Superposition Coding). Технология SC позволяет одновременно передавать информацию нескольким абонентским устройствам в одной полосе частот. Разделение пользовательских каналов происходит по мощности, а общий сигнал на выходе передатчика является суперпозицией сигналов всех пользователей с отличной друг от друга мощностью. Для демодуляции SC сигнала используется алгоритм SIC.

На 2013-2015 года пришелся основной объем обзорных публикаций по тематике PD-NOMA. В основном, данные публикации включают в себя концептуальные работы и обоснование применения метода PD-NOMA в системах связи[6]. В данных работах приведены результаты расчета и моделирования, которые показывают, что метод PD-NOMA в определённых условиях является эффективным. Более глубокие научные работы по тематике PD-NOMA публикуются с 2015 года и по сей день. Они посвящены вопросам оптимизации распределения мощности [23], максимизации пропускной способности и остальным аспектам. Отдельно можно выделить несколько работ, которые посвящены идеям объединения PD-NOMA с другими современными технологиями, например, с Massive MIMO или OFDMA. Использование PD-NOMA для оптического сигнала рассмотрено в [24].

Для теоретического исследование с исходными данными будем проводит расчеты электромагнитной совместимости передатчиков и приемников Потери на трассе распространения в открытом пространстве L вычисляется следующим образом:

$$L = 20\lg\left(\frac{4\pi\cdot l\cdot f\cdot 10^6}{c}\right), \text{дБ}; \quad (1)$$

где, $f -$ частота сигнала, МГц;

$c = 300\,000\,000 -$ скорость света, м/с;

$l = \sqrt{d^2 + (h_1 - h_2)^2} -$ расстояние между приемником и передатчиком, м;

$d -$ расстояние между приемником и передатчиком в горизонтальной плоскости, м;

h_1 и $h_2 -$ высоты установки антенн передатчика и приемника, м.

Высота расположения антенн МС, как правило, определяется высотой столов (рабочих мест), на которых располагаются абонентские МС. Среднее значение высоты расположения антенн МС принимается равным 1м.

Формулу (1) можно привести к следующему виду:

$$L = 20\lg(4\pi) + 20\lg(l) + 20\lg(f) + 20lg10^6 - 20\lg(c);$$
$$L = 21{,}984 + 20\lg(l) + 20\lg(f) + 120 - 169{,}542;$$
$$L = 20\lg(l) + 20\lg(f) - 27{,}558. \quad (2)$$

Рассмотрим разницу в потерях на трасс распространения, между первым и 14-м частотным каналом в диапазоне 2,5 ГГц. В случае прямой видимости, потери на распространение вычисляются следующим образом:

$$L = 20\lg\left(\frac{4\pi \cdot l \cdot f \cdot 10^6}{c}\right), \text{дБ};$$

$$\Delta L = L_{14} - L_1 = 20\lg\left(\frac{4\pi l 10^6}{c}\right) + 20lgf_{14} - 20\lg\left(\frac{4\pi l 10^6}{c}\right) - 20lgf_1;$$

$$\Delta L = 20lgf_{14} - 20lgf_1 = 20lg\left(\frac{f_{14}}{f_1}\right);$$

где, ΔL –разница в потерях на трассе распространения, между 1-м и 14-м частотным каналом, дБ;

f_1 и f_{14} – центральные частоты 1-го и 14-го частотных каналов, МГц.

Значение центральной частоты для первого канала $f_1 = 2412$ МГц, для 14-го канала $f_{14} = 2484$ МГц. Соответственно, $\Delta L = 20\lg\left(\frac{2484}{2412}\right) = 0{,}26$ дБ. Этой разницей можно пренебречь. Расчет зон обслуживания следует вести для седьмого частотного канала, находящего в центре частотного диапазона ($f_T = 2442$):

$$L = 20\log(l) + 20\log(f_T) - 27{,}558 = 20\log(l) + 20\log(2442) - 27{,}558;$$
$$L = 40{,}2 + 20\log(l). \quad (3)$$

Для оценки дополнительных затуханий на трассе используется следующая зависимость:

$$A_{\text{доп}} = \sum \mathrm{A}_{i-\text{доп.}}; \quad (4)$$

где, $A_{\text{доп}}$ – дополнительные потери на трассе распространения, дБ: потери на препятствиях, стенах или листве деревьев и т.д.;

$\mathrm{A}_{i-\text{доп.}}$ – дополнительные потери на трассе распространения от i-го препятствия, дБ.

Вычисление суммарного уровня помех в рецепторе

Помехи от разных мешающих передатчиков могут приходить в фазе или противофазе. В этом случае они будут складываться или компенсировать друг друга. Для оценки ЭМС рассматривается худший случай, в котором помехи складывается.

В рецепторах WLAN действует набор из нескольких помех:

- собственный шум приемника;
- помехи от соседних сот;
- межсистемные помехи от функционирующих поблизости радиосистем.

При проектировании необходимо учитывать все перечисленные виды помех. Суммарный уровень помех вычисляется следующим образом:

$$a_i = b + c_i; \quad a_i = 10lgP_i; \quad P_i = 10^{\frac{a_i}{10}}; \quad P_\Sigma = \sum_i P_i;$$

$$a_\Sigma = 10lgP_\Sigma = 10lg\left(\sum_i P_i\right) = 10lg\left(\sum_i 10^{\frac{a_i}{10}}\right) = 10lg\left(\sum_i 10^{\frac{b+c_1}{10}}\right);$$

$$a_\Sigma = 10lg\left(\sum_i 10^b \cdot 10^{\frac{c_i}{10}}\right) = 10lg\left(10^b \cdot \sum_i \left[10^{\frac{c_i}{10}}\right]\right) == 10lg10^b + 10lg\left(\sum_i \left[10^{\frac{c_i}{10}}\right]\right);$$

$$a_\Sigma = b + 10lg\left(\sum_i \left[10^{\frac{c_i}{10}}\right]\right); \quad (5)$$

где, a_i – уровень i-й помехи, дБм;

c_i – индивидуальная составляющая i-й помехи, дБм;

b – составляющая, одинаковая для всех помех, дБм;

P_i – уровень i-й помехи, мВт;

P_Σ – суммарный уровень помех, мВт;

a_Σ – суммарный уровень помех, дБм.

В случае, когда складывается помехи с одинаковым уровнем, то $a_\Sigma = a_i + 10lgn$,

где, n – число таких помех.

Оценку вклада помехи в суммарный уровень помех можно оценить следующим образом:

$$10lgP_1 = a1 = lg10^{a1}; \qquad 10lgP_2 = a2 = lg10^{a2};$$
$$lgP = \frac{lg10^{a}}{10} = lg10^{\frac{a}{10}}; \qquad P = 10^{\frac{a}{10}};$$
$$a_{\Sigma} = 10\lg(P_1 + P_2) = 10lg\left(10^{\frac{a1}{10}} + 10^{\frac{a2}{10}}\right) = 10lg\left[\left(\frac{10^{\frac{a1}{10}}}{10^{\frac{a2}{10}}} + 1\right)\cdot 10^{\frac{a2}{10}}\right] =$$
$$= 10lg10^{\frac{a2}{10}} + 10lg\left(\frac{10^{\frac{a1}{10}}}{10^{\frac{a2}{10}}} + 1\right);$$
$$a_{\Sigma} = a2 + 10lg\left(10^{\frac{a1-a2}{10}} + 1\right); \qquad (6)$$

где, a_1 – меньшая по уровню из двух складываемых помех, дБм;
a_2 – большая по уровню из двух складываемых помех, дБм;
a_{Σ} – суммарный уровень двух помех, дБм;
P_1 и P_2 – складываемые уровни помех, мВт.

На рис.1.3 показан график зависимости $f(\Delta = a2 - a1) = a_{\Sigma} - a2$.

При сложении двух синусоидальных сигналов одинаковой частоты разность в фаз нескольких одновременно пришедших в рецептор мешающих сигналов можно учесть следующим образом:

$$P_{\Sigma} = |P_0 \cdot cos(\varphi_0) + P_1 \cdot cos(\varphi_1) + P_2 \cdot cos(\varphi_2) + \ldots + P_N \cdot cos(\varphi_N)|; \qquad (7)$$

где, P_{Σ} – суммарный уровень помех, мВт;
$P_0, P_1, \ldots P_{N-1}$ – уровни суммируемых помех, мВт;
N – число помех в рецепторе, шт.;
$\varphi_0, \varphi_1, \varphi_2, \ldots \varphi_{N-1} = 0^0 \ldots 360^0$ – фазовые сдвиги соответствующих помех, градусов.

Если задана вероятность (υ) того, что суммарная помеха не превысит некоторое предельное значение и необходимо посчитать это предельное значение ($P_{пред}$), можно воспользоваться предлагаемым методом.

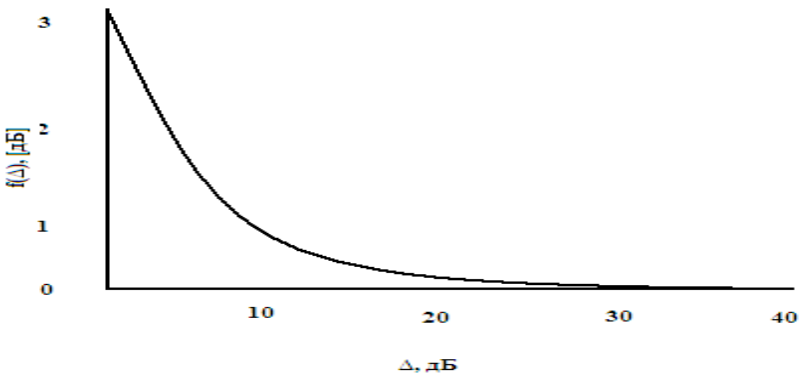


Рис. 3. Увеличение уровня суммарной помехи при сложении двух помех

Диапазон значений $\varphi = 0^0 \ldots 360^0$ разбивается на k одинаковых отрезков. Попадание фазового сдвига помехи в любой из таких отрезков – равновероятное событие. Фазовый сдвиг помехи может попадать только в один из таких отрезков, т.е. события являются несовместимыми. Функция $\cos(\varphi)$ представляется набором точек, каждая из которых размещена в центре соответствующего отрезка. Таким образом число значений, которое может принимать $P_{\Sigma}(\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \ldots \varphi_N)$ получается равным k^N. Вероятность появления каждой комбинации равна $1/k^N$. Максимальное значение $P_{max} = P_0 + P_1 + P_2 + \ldots + P_N$ достигается при $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = \ldots = \varphi_N = 0^0$, либо при $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = \ldots = \varphi_N = 180^0$. Минимальное значение равно 0 мВт.

Диапазон значений $0 \le P_{\Sigma} \le P_1 + P_2 + \ldots + P_N$ разбивается на m отрезков (они необязательно должны быть равны). Границами первого отрезка будут значения $p_0 = 0 \le P_{\Sigma} \le p_1$; границами

второго отрезка $p_1 < P_\Sigma \leq p_2$; и т.д. Границами последнего отрезка будут значения $p_{m-1} < P_\Sigma \leq p_m = P_1 + P_2 + P_3 + \ldots + P_N$. Если для каждого такого отрезка рассчитывается число комбинаций (u_i), при которых значение $P_\Sigma(\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \ldots \varphi_N)$ попадает в этот отрезок. По результатам вычислений можно нарисовать функцию распределения вероятности уровня суммарной помехи на отрезке $0 \leq P_\Sigma \leq P_1 + P_2 + P_3 + \ldots + P_N$.

Площадь (S), которую ограничивает график функции распределения вероятности на отрезке $0 \leq P_\Sigma \leq P_1 + P_2 + P_3 + \ldots + P_N$, равна 1. Значение $P_{\text{пред.}}$ Разделяет график функции распределения вероятности на две части: площадь одной части (отрезок $0 \leq P_\Sigma < P_{\text{пред.}}$) равна ϑ; площадь другой части (отрезок $P_{\text{пред.}} < P_\Sigma \leq P_1 + P_2 + P_3 + \ldots + P_N$) равна $1 - \vartheta$.

Площадь функции распределения вероятности, ограниченная j-м отрезком (S_j) будет равна:

$$S_j = \left(P_j - P_{j-1}\right) \cdot u_j \cdot k^{-N}. \tag{8}$$

Последовательно суммируя площади S_j, начиная с $j = m$, затем $j = m - 1$ и т.д., находим максимальное значение $j = x$, при котором $\sum_{j=x}^{m} S_j \leq 1 - \vartheta$. Значение $P_{\text{пред.}}$ будет равно p_x. Точность расчетов увеличивается при увеличении значений k и m.

Рост трафика мобильных устройств вызывает потребность увеличения пропускной способности мобильных систем связи. В настоящий момент эта проблема решается единственным способом - увеличением полосы частот и использованием дополнительных частотных диапазонов. Такой путь имеет два недостатка: дороговизна аренды операторами и физически ограниченный ресурс исследовательской работе рассматривается другой способ решения данной проблемы повышение эффективности использования частотного ресурса, применяя новый метод неортогонального множественного доступа с разделением абонентских каналов по мощности PD-NOMA. Подготовлены теоретические данные для продолжения моделирование методы расчетов и ЭМС. Работа будет продолжаться на программе System view и Matlab для дальнейшего сравнения систем.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Покаместов Д.А. Обнаружение OFDM сигналов с периодической преамбулой / Д.А. Покаместов, Я.В. Крюков // Материалы Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР– 2014». – Томск: В-Спектр, 2014. – Ч. 2. – С. 58–60.

[2] Покаместов Д.А. Регистратор OFDM сигналов на базе ПЛИС ALTERA / Д.А. Покаместов, Я.В. Крюков, А.В. Максимов // Многоядерные процессоры, параллельное программирование, ПЛИС, системы обработки сигналов. Сборник научных статей Всероссийской научно-практической конференции. – Барнаул, 2015. – С. 58-63.

[3] 3GPP TS 36.211 version 12.4. 0 Release 12, Access, Evolved Universal Terrestrial Radio, Physical channels and modulation. – 2014.

[4] Sesia S. LTE-the UMTS long term evolution: from theory to practice. – John Wiley & Sons. – 2011. – 792 p.

[5] Cosnes J. et al. Long- term evolution of disease behavior of Crohn's disease //Inflammatory bowel diseases. – 2002. – Vol. 8. – №. 4. – PP. 244-250.

[6] Mehlführer C. Simulating the long term evolution physical layer //Signal Processing Conference, 2009 17th European. – IEEE, 2009. – PP. 1471-1478.

Касимов А. О., Мукаева А. Т.

Жер серіктік барлау жүйелерінде бөгеуіл тұрақтылығын зерттеу

Түйіндеме: Бұл мақала телекомуникацияның кеңжолақты қол жетімді сымсыз телекоммуникация жүйелерінде уақыт жиілігін қолдануды жақсартуға мүмкіндік беретін әдістерді зерттеуге, ұялы байланыс жүйелерінің физикалық қабаттарына шолу жасауға және спектрлік тиімділікті арттыруға арналған. «Интернет заттары» жаңа технологиясының дамуы жаңа буын байланыс жүйесінде бір түйін станциясының ішінде көптеген сымсыз құрылғылардың, сенсорлардың, сенсорлардың жұмысын қамтамасыз етуі керек.

Кілттік сөздер: көптік қатынас, жиілікіті бөлу әдісі, ортогоналды емес әдістердің жәктелуі.

ӘОЖ 004.65:004.67:004.89

D.T. Kassymova, A.T. Akhmediyarova, A.S. Shayakhmetova, M. Turdalyuly
(Institute of Information and Computing Technologies of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan. dikakassymova@gmail.com)

ANALYSIS OF METHODS TO IDENTIFY AND ELIMINATION CONTRADICTIONS IN BIG DATA

Abstract: The article analyzes the conflicts associated with the processing of big amounts of data and the methods used to resolve them. The challenge is to identify conflicting data between big data. The approaches to the identification and elimination of conflicting data are analyzed. The use of machine learning methods when working with conflicting data was considered.

Keywords: big data, contradiction, temporary contradiction, spatial contradiction.

Д.Т. Қасымова, А.Т. Ахмедиярова, А.С. Шаяхметова, М. Тұрдалыұлы
(ҚР БжҒМ ҒК Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты,
Қазақстан, Алматы қаласы**,** e-mail: dikakassymova@gmail.com)

ҮЛКЕН ДЕРЕКТЕРДЕ КЕЗДЕСЕТІН ҚАЙШЫЛЫҚТАРДЫ АНЫҚТАУ МЕН ЖОЮҒА ҚОЛДАНЫЛАТЫН ӘДІСТЕРГЕ ТАЛДАУ

Түйіндеме: Бұл мақалада үлкен көлемді деректерді өңдеуде кездесетін қайшылықтарды анықтау және оларды жоюға қолданатын әдістерге талдама жасалады. Әр ортадан түскен үлкен деректер арасында қайшылықты деректерді анықтау ауқымды мәселелердің бірі. Қайшылықты деректерді анықтауға және жоюға арналған тәсілдемелер, ғылыми жұмыстарға талдау жасалынды. Машиналық оқыту әдістерінің қайшылықты деректермен жұмыс жасауда қолданылуына талдама жүргізілген.

Түйін сөздер: үлкен деректер, қайшылық, уақыттық қайшылық, кеңістіктік қайшылық

Кіріспе.

Қайшылықтар ұғымын көптеген ғалымдар кеңінен қарастырып әртүрлі анықтамалар берген. Солардың ішінде кейбір анықтамаларға тоқтала кетейік.

Қайшылық – диалектиканың басты категориясы ретінде – өзара бірлік және өзара сіңісу ахуалында тұрған нысан немесе жүйенің бірін-бірі жоққа шығаратын, бір-біріне қарама-қарсы келетін жақтарының өзара әрекеттесуі.(Уикипедия.Ашық энциклопедиясы). Қайшылық жалпыға бірдей сипатта, табиғатта да, ойлау жүйесінде де, санада да кездеседі. Белгілі бір мағынада қайшылық қарама-қарсылықтардың бір-бірін жоққа шығаруы (күресі) мен бірлігін, тұтастығын білдіреді.

Болмыстың қайшылыққа құрылғандығын алғаш байқаған грек ойшылы Гераклит дүниені үздіксіз қалыптасу деп қарағандықтан, оның әрбір кезеңін, қалпын екі жақта көрді: дүниенің негізі – от, ол бірде жанып, бірде өшіп тұрады. Оның пікірінше табиғат, бүкіл ғарыш – ұдайы өзгеріп, дамып отырады.

Неміс философы Гегель: “Заттардың бәрі өз ішінде қайшылықты келеді, “қайшылық – заттардың ақиқаты мен мәнін білдіреді”, – деді.

Логикалық қайшылық – бір уақытта А жағдайының бар болуы мен осы жағдайдың жоқ болуының қабылдануы. Жалған тепе-теңдік болатын логикалық тілде А және – А емес: (A & ¬ A) тұжырымдамасымен белгіленеді.

Ақылды қала компоненттерін зерттей келе күнделікті өмірде көптеген қайшылықтарды кездестіретініміз анықталды. Қайшылықтар әр салада әртүрлі болады. Мысалы, түрлі деректер қорындағы ақпараттар, көлік жүйелерін есепке алу жүйелерінде және айыппұлды есепке алу кезіндегі, уақытқа байланысты ақпараттар және т.б.

Деректерді интеллектуалды талдау әдісі арқылы алынған білімнің сапасы мен өнімділігі тек қана әдістің құрылымы өнімділігіне байланысты емес, деректердің сапасы мен жарамдылығына да байланысты. Өкінішке орай, шу, жетіспейтін құндылықтар, сәйкессіздік және артық деректер сияқты теріс факторлар білім алу және білім алу үшін пайдаланылатын деректерге қатты әсер етеді. Сапасы нашар деректер білім сапасының нашарлауына әкелетіні белгілі [15]. Осылайша, деректерді алдын-ала өңдеу [16] негізгі және маңызды қадам болып табылады, оның міндеті - одан әрі деректерді өңдеу алгоритмдері үшін дұрыс және пайдалы деп санауға болатын соңғы деректер жиынтығын алу.

Деректер қорындағы қайшылықтарды негізгі үш топқа бөлуге болады [2]:

1. Атаулардағы қайшылықтар әртүрлі типтегі заттар үшін бірдей атауларды немесе бір объекті үшін бірнеше атауларды пайдаланудан тұрады;

2. Құрылымдық – ең жиі кездесетін қайшылықтардың бірі, ұқсас немесе сол объекті үшін құрылымы бойынша әртүрлі болып келетін модельдер, кілттер немесе амалдарды пайдалану;

3. Семантикалық қайшылықтар деректер немесе мағлұматтар мәні бойынша қарама-қайшы, мысалы, әлемді қабылдаудың әр түрлі жүйелері салдарынан олардың мәні қарама-қайшы болған кезде пайда болады.

Қайшылықты деректердің әр салада, әртүрлі деректер базаларында туындау факторлары 1-ші кестеде көрсетілген:

1-кесте. **Қайшылық факторлары туындайтын салалар**

№	Сала түрі	Қайшылық туындайтын факторлар
1	Халыққа жаппай қызмет көрсету орталығы	1. адамдардың тегі мен аты-жөндерін дұрыс жазбау; 2. туған күндерін қате жазу; 3. ЖСК дұрыс енгізбеу
2	«Сергек» жолды бақылау жүйесі	1. Көлік иесіне қате айыппұлдың келуі. Сергек камераларынан келген фото және видеофиксациялар.
3	Маршруттық автобустар (Автобус парктері)	1. Кесте бойынша уақыттан ауытқу; 2. Автобустардың істен шығуы; 3. Жолаушылар тасымалына байланысты автобустардың жүру аралығы;
4	Қала жолдарының орналасуы	1. Көшелердің орналасу қайшылығы
5	Банктік қызмет көрсету	1. Клиенттер туралы ақпараттардың қателігі
6	Теміржол көлігі	1.Бекет диспетчерлерінің ақпаратты қате беруі 2. Поездар қақтығысы 3. Поезд жолдарының істен шығуы

Үлкен деректердегі қайшылықтарды анықтау

Үлкен деректер анықтамасына алуан түрлілік, өзгергіштік және анықталғандық сияқты сипаттамалар кіреді. Түрлі типтегі көптеген деректер көзі, сондай-ақ үнемі өзгеріп отыратын деректер мәндерінің қиыспайтындығы, қателіктер мен бұрмалану ықтималдығының артуына, түрлі форматтағы деректерді үйлестіру мен олардың мәнін түсіндіруде қиындықтардың туындауына алып келеді. Бұл талдау түрлі сападағы және сенімділік деңгейіндегі деректердің болуын талап етеді. Сенімділікті арттыру үшін деректер көпсатылы тазарту мен түрлендіру процедураларынан өтеді. Үлкен деректердегі жаңа мағлұматтарды іздеу процесін бірнеше кезеңдерге бөлуге болады. Әрбір кезеңнің табысты болуы келесі факторларға байланысты болады: деректердің өміршендік кезеңінің алдыңғы кезеңінен «мұраланған» мәселелер саны; талдамалық платформа ұсынатын аспаптық өңдеу құралдарының жиыны [7];

Қазіргі уақытта үлкен деректерден алынатын ақпараттардың сапасына ерекше көңіл бөлінуде. Үлкен деректердегі қайшылықты деректерді анықтау алдын-ала өңдеу процессінде және деректер қорында орын алатындығы анық. Жоғарыда айтылып кеткен факторлар себебінен туындайтын қайшылықты деректерді анықтап және оларды жою әдістері қарастырылған.

Ең алдымен, қай ақпарат қайшылықты ақпарат екенін анықтап шешкеніміз жөн. Осыдан кейін бірнеше іс-әрекет нұсқаларын қарастырамыз:

1) бір-біріне қайшы келетін мәліметтерді тапқаннан кейін оларды жою. Ең қарапайым, бірақ ақылға қонымды әдіс емес.

2) қарама-қайшылықты деректерді дұрыстау (нұсқалардың бірі - әр қайшылықты оқиғаның болу ықтималдығын есептеу және ең ықтималдысын таңдау), ең сауатты әдіс.

Қайшылықтарды анықтау мен жою үшін негізінен, үлкен қол жұмысы мен алдын-ала дайындықты талап ететін, объектілер арасындағы байланыстардың аса егжей-тегжейлі сипаттамасын еңгізу, нақты бір әрекеттерге тыйым салу немесе басқа іс-шаралар арқылы, атаулардағы қайшылықтар мен құрылымдық қайшылықтарды анықтауға үшін немесе қақтығыстарды алдын-алуға арналған түрлі тәсілдер мен аспаптық құралдар қолданылады [3].

Қайшылықтарды анықтау әдістерін қолдану, деректердег қателерді іздеу және жөндеумен ғана шектелмейді, олардың көмегімен бұрмаланған деректерді де табуға болады. Мәтіндерді талдау алгоритмдері қайшылықтарды табу және түпнұсқа мәтіндердің жасанды құрылған көшірмелерін анықтау үшін пайдаланылады. Бірақ, тәжірибе көрсеткендей, мәтіндердің синтаксистік,

семантикалық және тақырыптық қасиеттерін пайдаланатын алгоритмдер толық емес құралған, жоғары есептеу күрделілігімен сипатталады, ал оларды қолдану экономикалық тұрғыдан тиімсіз [6].

Семантикалық қайшылықтарды табу үшін латентті-семантикалық талдау әдісін пайдаланған жөн. Бұл әдісті қайшылықтарды табу үшін қолдану тиімділігі дәлелденген. Семантикалық жақын ақпараттардағы қайшылықтарды шешу мүмкіндігі мен нұсқалары туралы шешімді Мамдани алгоритмін немесе нейронды желілерді пайдаланып, айқын емес қорытындылар әдісінің негізінде қабылдауға болады [3-8].

Уақытша және кеңістіктік қайшылықтар

Уақыт қатарының екі деректерінің ақпараты арасында қайшылық болған кезде уақыттық сәйкессіздік туындайды. Бұл жағдайда уақытқа сілтемесі бар деректер элементтері деректердің бір жиынтығына немесе түрлі деректер жиынтығына уақытша қайшылық келеді немесе қабаттасады. Атап айтқанда, нақты тұжырымдар деректер жиынтығының элементтеріне негізделген, мысалы, себеп-салдарға байланысты болғанда, мұндай сәйкессіздік өте маңызды болып табылады [7]. Ондай сәйкессіздіктер жекеленген немесе толық болуы мүмкін. 2-кестеде уақыттық қайшылық жағдайынының туындауының мысалдары келтірілген.

2-кесте. **Уақыттық қайшылықтар**

Қайшылықты жағдайлар	
Ішінара	Екі сәйкес келмейтін оқиғаның уақыт интервалдарының ішінара жабылуы
Толық	Екі сәйкес келмейтін оқиғаның уақыт интервалы сәйкес келу немесе қанағаттандыруды тежеу
Ауытқымалы мән	Уақыт қатарларының деректерінің ауытқуы
Контекстік	Уақыт қатарының деректері берілген контексте аномалды жағдайы бар

Келісілмеген екі оқиғаның уақытша интервалдары ішінара жабылса уақытша ішінара сәйкессіздік пайда болады. Келісілмеген екі оқиғаның уақытша интервалдары сәйкес немесе тежеуді қанағаттандырса, онда толық сәйкессіздік пайда болады.

Кеңістіктік қайшылық геометриялық қасиеттермен және әр түрлі кеңістіктік қатынастарымен деректер жинағында кеңістіктік шектеулерді бұзған кезде пайда болады. Объектіні агрегаттау қандай да бір бірегей шектеулерден шыққан кезде бірнеше объектілердің арнайы өлшемі берілсе, онда деректерді интеграциялау жобасында жүзеге асуы мүмкін [6]. 3-кестеде кеңістіктік қайшылықтардың туындайтын жағдайларына мысалдар қарастырылған [8].

3-кесте. **Кеңістіктік қайшылық**

Қайшылықты жағдайлар	
Геометриялық орналасуы	Қайшылықты геометриялық тұрған жері бар кеңістіктік қайшылық
Геометриялық форма	Қайшылықты геометриялық формасы бар кеңістіктік қайшылық
Топологиялық	Топологиялық шектеулерді бұзушылық
Қашықтық	Қашықтық қасиеттерінің бұзылуы
Масштабтау	Әртүрлі масштабтағы түрлі геометриялық бейнелердің кеңістіктік ерекшелігі
Семантикалық шектеу	Шектеу тұтастығының мағыналық бұзылуы
Құрылымдық шектеу	Геометриялық примитивтердің шектелуінің құрылымдық тұтастығын бұзу
Интеграциялаудың туындауы	Әр түрлі көздерден бірдей кеңістіктік объектінің әртүрлі көріністері, нәтижесінде объектілерде ерекше геометриялық көрініс болуы керек деген шектеулер бұзылады.

Мәтіндік деректер көзінен алынған ақпараттарды агрегаттаудан да қайшылықтар туындауы мүмкін. Сонымен қатар, құрылымдалмаған мәтіндік деректер асимметриялы, антонимге, сәйкессіз мәндерге және сәйкессіздіктерге қатысты семантикалық және синтаксистік өлшемдермен берілетін қасиеттердің нысандарын көрсете алады. Қайшылықтар деректер терминдерінде, семантика терминдерінде және оларды құрылымдық ұсыну терминдері туындауы мүмкін [7]. Сондықтан деректердегі мәтіндік қайшылықтар мәселелерін талқылау кезінде тілдің семантикасы маңызды. Онтологияларға негізделген семантикалық

ережелерді құру мүмкіндігі қайшылықтарды анықтауда негізгі қадамы болуы мүмкін және олар қарастырылып отырған тұжырымдарды бағалауға және тексеруге мүмкіндік береді. Бұл мәселені шешудегі ең маңызды мәселелердің бірі қолда бар ақпаратты салмақтап, қайшылықты құндылықтар арасында ең жақсы деректер мәнін табуға болады.

Қайшылықтарды жою үшін көптеген тәсілдер әзірленді. [7] авторлары шешімдер мен стратегияларды қабылдау, стратегиялардағы конфликтерді жою әдістерін жіктеген.

Біріншісі деректер жиынында кездесетін қайшылықтардың нұсқасын деректерді айқындайды және мәніне немесе метадеректеріне байланысты түпкілікті мән ретінде тағайындайды. Соңғысы деректер жинынтығындағы мәндерді агрегаттау жолымен қайшылықтарды шешеді. Бұл стратегияның түрі мәндерге жатпайтын нәтижелерді таңдайды. Олардың арасындағы негізгі алғышарттардың бірі шешім қабылдау стратегиясы жағдайында тізбектің бақылануымен тұжырымдалады.

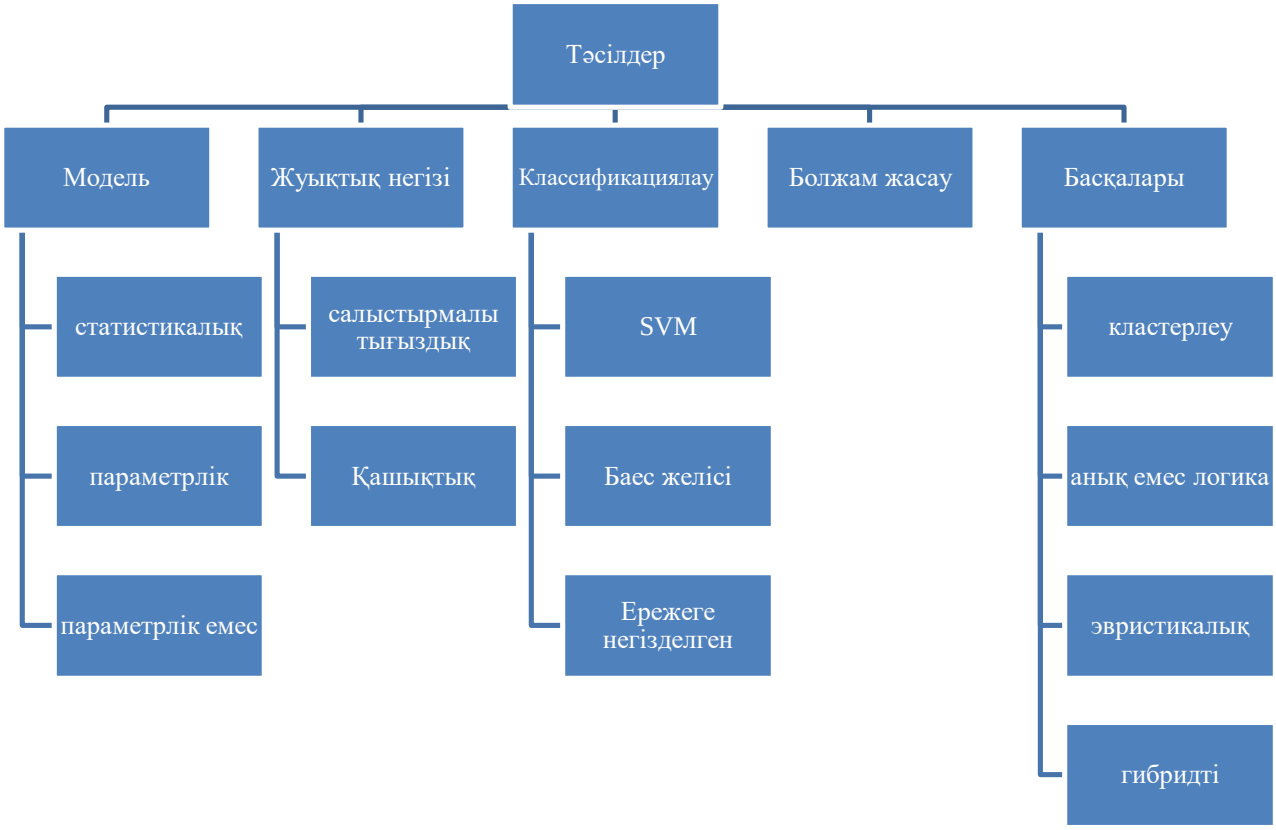
Үлкен деректердегі қайшылықтарды анықтау мен жоюға қолданылатын әдістер

Деректерді тазалау кезеңінде «дұрыс» деректерден сәйкес келетін ережелер немесе үлгілер қоры құрылады. Белгілі үлгі немесе ережеге сәйкес келмейтіндердің барлығы қайшылық немесе қате болып саналады. Деректердің үздіксіз өзгерісі жағдайында, деректердегі барлық мүмкін қателіктер мен қайшылықтар үшін үлгілер мен ережелер жасау мүмкін емес.

Барлық теңдестірілген қателерді жоя алмаймыз. Деректердің өзін өшіру арқылы ғана жоюға болатын қайшылықтар бар. Сондықтан, көп жағдайда деректерді мүлдем жоғалтқанша, оны «өңделмеген» түрде пайдалану туралы шешім қабылдаған жөн.

Қателерді жоюдан бас тарту. Үлкен деректерді талдаудағы маңызды фактор экономикалық тиімділік. Кейбір табылған қателерді жою процесі аса қиын. Егер қайшылықтарды жоюға кеткен шығындар алынған пайдадан көп болса, онда тазалаудан бас тарту шешімі қабылданады.

Үлкен көлемді деректердегі машиналық оқыту әдісінің қозғаушы күші оның интеллектуалды автоматтандыру қабілеттілігі болады. Сонымен қатар, бұл адамдар немесе дәстүрлі әдістер арқылы талдаумен салыстырғанда жасырын үлгілерді нарық тенденциясы мен клиент қалауымен белгілі бір уақыт аралығында анықтауды жеңілдетеді. Нақты бір мәселені шешіп, деректерді өңдеуде машиналық оқытуды пайдалану үшін әртүрлі әдістердің мықты және әлсіз жақтарын түсіну керек. 1-суретте қайшылықты анықтауға қолданылатын тәсілдер жіктелуі қарастырылды.



1-сурет. Әр түрлі тәсілдер негізінде қайшылықтарды анықтау әдістерінің жіктелуі

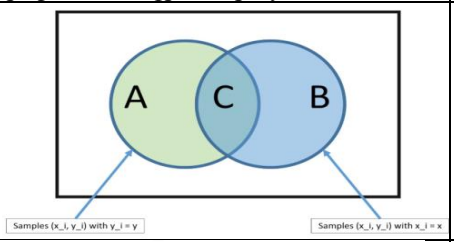
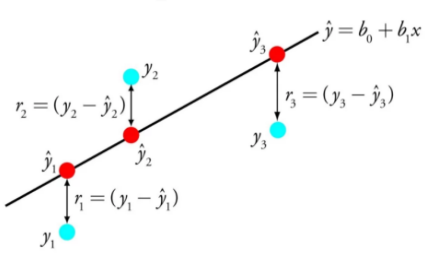
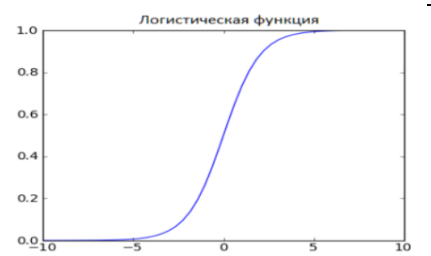
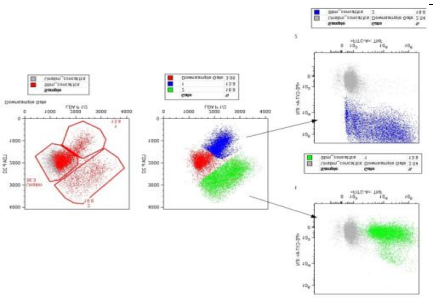
Деректерді тазалау бағдарламаларының өздері де қате тудыру көздері болуы мүмкін. Мысалы, деректерді тазалау бағдарламасы бір жазбаны түзете келе оны басқа жазбаның көшірмесі немесе қарама-қайшылығына айналдыруы мүмкін. Мұндай жағдай бағдарлама жеткіліксіз мәндердің орнына, белгілі бір ережеге сәйкес таңдалатын (мысалы, бағана бойынша орташа мән) мәнді қойған кезде туындауы мүкін. Кейде деректерді тазалау процедурасы жағдайды одан бетер қиындатып жібереді. Егер OLTP-жүйесінің операторы кішігірім қателер туғызса, тазалау алгоритмі «жоқ» қатені түзету мақсатында бірмезгілде мыңдаған жазбаларды түрлендіруі мүмкін [8].

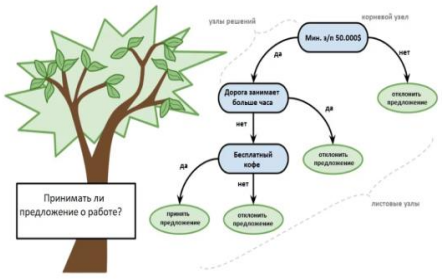
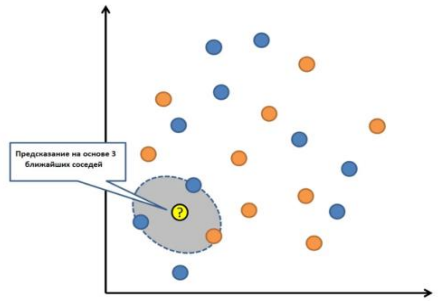
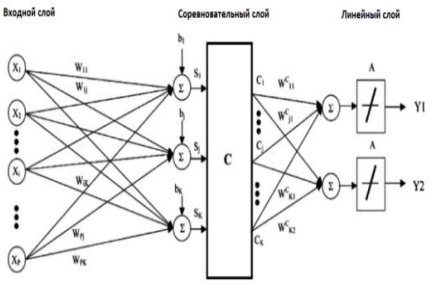
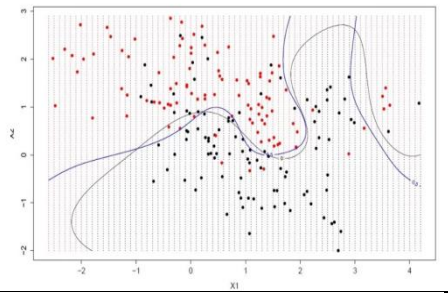
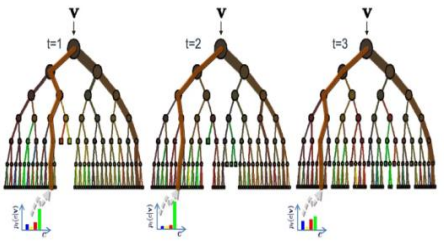
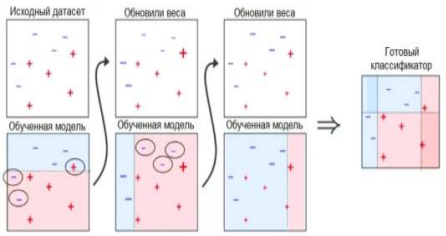
Семантикалық жақын ақпараттардағы қайшылықтарды шешу мүмкіндігі мен нұсқалары туралы шешімді Мамдани алгоритмін немесе нейронды желілерді пайдаланып, айқын емес қорытындылар әдісінің негізінде қабылдауға болады [3-8].

Үлкен деректер шеңберінде көбінесе машиналық оқыту әдісі мен желілік теория әдістері талқыланады. Талдау, бағалау және деректерді алу үшін Байес желісін қолданамыз. Деректер қайшылығы және осы мәселені шешуге арналған әдістерге басты назар аударылған. Машиналық оқытудың жалпы үш негізгі тәсілі бар: оқытушы көмегімен оқыту; оқытушы көмегінсіз оқыту; жартылай бақылаумен оқыту. .

Оқытушы көмегімен оқыту - бұл мақсатты айнымалы мәнді шешуге бағытталған машиналық оқытудың ең көп тараған түрі [9]. Оқытушы көмегімен оқыту көбінесе жіктеу және болжау жасау есептері үшін қолданады. 4-кестеде машиналық оқыту әдістерінің негізгі алгоритмдеріне қысқаша сипаттамалар берілген.

4-кесте. **Машиналық оқыту әдістеріне сипаттама**

№	Әдіс атауына түсінік	Графикалық түрде берілуі	Сипаттамасы
1	Аңғал Байес жіктелуі – қарапайым, бірақ өте тиімді алгоритм.		Модель екі ықтималдық типпінен тұрады: 1. Әр класстың ықтималдылығы; 2. x тің әрбір мәніндегі әрбір класс үшін шартты ықтималдылық
2	Сызықтық регрессия – машиналық оқытудағы және статистикадағы аса танымал және түсінікті алгоритмдердің бірі		Сызықтық регрессия-кіріс x және шығыс y арасындағы байланысты нақты теңдеу түрінде көрсетеді. берілген
3	Логистикалық регрессия – статистикадан тұру машиналық оқытуға келген алгоритмдердің бірі. Оны бинарлық жіктеуге есептері үшін қолданған жақсы.		Кіріс айнымалылар үшін коэффициенттер мәндерін табу бұл жерде логистикалық регрессия сызықтыққа ұқсас боп келеді.
4	Егер класстар екіден артық болса, онда LDA (Linear discriminant analysis) алгоритмін қолданады. LDA алгоритмі әрбір классқа есептелген деректердің статистикалық қасиеттеріне ие.		Әрбір кіріс айнымалысы үшін: әр класс үшін орташа мәні, барлық класс бойынша дисперсияны есептеу қамтиды

5	Шешімдер бұтағы құрылымдық деректер мен алгоритмдер бойынша белгілі екілік бұтағы ретінде ұсынуға болады. Әрбір торап кіріс айнымалысы мен осы айнымалыны бөлу нүктесін білдіреді.		Жапырақтық тораптар -болжам үшін қолданылатын шығыс айнымалылары. Бұтақтар тез оқытылады және болжам жасайды.
6	К жақын көршілер әдісі өте қарапайым және өте тиімді алгоритм.		kNN деректерді сақтау үшін көп орын талап еткенімен болжамды тез жасайды. Сонымен қатар уақыт ағынымен болжамның нақты болуын қалдыру үшін оқытылатын деректерді жаңарту отыру қажет.
7	Векторлық кванттау желісі LVQ (Learning vector quantization) векторлар коды жиынтығын ұсынады.		KNN алгоритмі сияқты оқытудан кейін векторлар болжам жасауға қолданады. Деректердің жаңа көшірмесі мен векторлар коды арасындағы аралықты есептеу арқылы алгоритм ең жақын көршіні табу.
8	Тірек векторлар әдісі машиналық оқыту-дағы көпшілікке мәлім және талқылауға түсетін алгоритмдерінің бірі. Гипержазықтық кіріс айнымалыларын кеңістікте бөлетін сызық.		0 мен 1 класстары бойынша ең тиімді қалыпта кеңістікте кіріс айнымалы-ларын бөлу тірек векторлар әдісінде гипержазықтық таңдалады.
9	Кездейсоқ орман - машиналық оқытудың ең танымал және тиімді алгоритмі. Оны бэггинг деп атауға да болады.		Кездейсоқ орман алгоритмінде оқыту мәліметтерінен алынған барлық үлгілер үшін шешім ағаштары жасалады. Егер шешімдер бұтағы жақсы нәтиже берсе осыны одан да жақсырақ ету үшін бэггингті қолданады.
10	Бустинг – бұл ансамбльдік алгоритмдер топтамасы, оның мәні бірнеше әлсіздерге негізделген күшті классификатор құру		Барлық ағаштар салынғаннан кейін жаңа мәліметтер үшін болжамдар жасалады және әр ағаштың тиімділігі оның жаттығу деректерінде қаншалықты дәл болғанына байланысты анықталады.

5-кесте. **Қайшылықты анықтаудағы қолданылатын машиналық оқыту әдістерінің мысалдары**

Оқыту әдістері	Әдістер	Қолданбалы мәнмәтін
Басқарылатын	Марковтың жарысын моделі (Hidden Markov Model HMM) [10]	Басқарылатын статистикалық марковтық модель, онда модельденген жүйе Марковтік жасырын күй процесі болып саналады: қайшылықтарды анықтау үшін қолданылады[11, 12].
	Тірек векторлар әдісі (Support Vector Machine (SVM)) [13]	Деректер нүктелерінің кеңістіктегі көрінісі жекелеген санаттар олардың нақты бөлінуіне бөлінетін етіп көрсетілген: аномалияларды анықтау үшін SVM-дің арнайы класы, атап айтқанда бір SVMs (OCSVMs) кеңінен қолданылды [14].
	Гаусстық регрессия (GR) [15]	Регрессиялық және ықтималды жіктеуді шешуге арналған жалпы басқарылатын оқыту әдісі мәселелері: [16, 17] -де бейнеден қайшылықтарды анықтау үшін қолданылады.
	Нейрондық желілер (Convolutional Neural Networks CNN) [18]	Әдетте көрнекі бейнелерді талдауда қолданылатын терең нейрондық желілер класы: оның мағыналық деңгей функцияларын кірістен шығаруда қолдануға болатындығына байланысты, ол көптеген қосымшаларда танымал болды, соның ішінде қайшылықтарды анықтау [19, 20].
	Ұзақ мерзімді қысқа мерзімді есте сақтау (LSTM) сети [21]	Уақыттық қатарлар қосымшаларында қолданылатын қайталанатын рекуррентті нейрондық желілердің (RNN) ерекше түрі: [22, 20,] Ол қайшылықтарды анықтауға пайдаланылды.
	Жылдам аймаққа негізделген -CNN (Быстрый R-CNN) [24]	Кәдімгі CNN-ге сәйкес жіктелген нысанда тиімді жұмыс істейтін нейрондық терең нейрондық желілердің (DNN) жоғарырақ вариациясы: [25] -де ауытқуларды анықтау үшін қолданылады.
Бақылаусыз	Жасырын таратылған Дирихле (LDA) [26]	Құжаттардағы тақырыптардың негізгі бөлінуін алу үшін статистикалық талдауды қолдану тақырыптық моделі. Видеодағы визуалды сөздерді моделдеу үшін ауытқушылықты анықтау қолданылады [27].
	Ықтималды латентті семантикалық талдау (pLSA) [28]	Ықтималдық құрылымында бірлескен пайда болуы туралы ақпарат ұсынудың үлгісі: ауытқушылықтарды анықтау үшін қолданылады [29]
	Дирихленің иерархиялық процессі (HDP) [30]	Деректерді кластерлеу үшін LDA негізінде құрылған параметрлі емес Байес тәсілі: деректерді модельдеуде қайшылықты анықтауда қолданылады [31].
	Фишер әдісі [32]	Екі нысанның ұқсастығын өлшеу функциясы әр объект үшін өлшемдер жиынтығы мен статистикалық модельге негізделген: ол траекторияның көрінісін алу үшін қолданылады [33].
	Негізгі компоненттерді талдау (PCA) [34]	Бақылау жиынтығын түрлендірудің ортогональды түрлендірудің статистикалық процедурасы, мүмкін, корреляцияланған емес айнымалыларды сызықтық реттелмеген айнымалы шамалардың жиынтығына айналдырады: өлшемін азайту үшін қолданылады [35].
Гибридті	HDP + HMM	Гибридті модель: MIL көмегімен аномалияларды анықтау үшін [36] ішінде ішкі траекторияларды көрсету үшін қолданылады
	GAN-LSTM [35]	Гибридті модель: [20] пайдаланылған матчта жаттығуға қажет жалған жақтаулар екі бағытты Conv-LSTM көмегімен жасалады [35]
	CNN-LSTM	Гибридті модель: CNN-LSTM көмегімен болжауға негізделген аномалияны анықтау

Қорытынды. Үлкен деректерді өңдеу арқылы қажетті ақпаратты алу процессі бірнеше кезеңнен тұратындығы белгілі. Солардың бірі қайшылықты деректерді анықтап оларды жою әдістерінің алатын орны мол. Қазіргі уақыттағы замануи технологияларды қолдана отырып тиімділігін арттыру алға қойған мақсаттардың бірі. Мақалада үлкен деректерде кездесетін қайшылықты деректерді анықтап, оларды жою әрекеттеріне тоқталамыз.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] https://kk.wikipedia.org/wiki/%D2%9A%D0%B0%D0%B9%D1%88%D1%8B%D0%BB%D1%8B%D2%9B

[2] García S, Luengo J, Herrera F. Предварительная обработка данных в области интеллектуального анализа данных. Берлин: Спрингер; 2015.Посмотреть статьюGoogle Scholar – ///электронная книга

[3] Han J, Kamber M, Pei J. Data Mining: концепции и методы, 3-е изд. Берлингтон: Morgan Kaufmann Publishers Inc; 2011.MATHGoogle Scholar

[4] Quinlan JR. C4.5: Программы машинного обучения. Сан-Франциско, Калифорния: Morgan Kaufmann Publishers Inc.; 1993.Google Scholar

[5] Agrawal R, Srikant R. Быстрые алгоритмы для правил ассоциации шахт. В: Материалы 20-й конференции по очень крупным базам данных (VLDB): 1994. с. 487-99.Google ученый

[6] https://www.researchgate.net/publication/261448807

[7] D. Zhang, On Temporal Properties of Knowledge Base Inconsistency. *Springer Transactions on Computational Science* V, LNCS 5540, 2009, pp.20-37.

[8] A. Rodriguez, Inconsistency issues in spatial databases, in L. Bertossi et al (eds.) *Inconsistency Tolerance,* LNCS 3300, Springer-Verlag, 2004, pp.237-269.

[9] http://www.swsys.ru/index.php?page=article&id=3483,

[10] S. Biswas and R. V. Babu. Short local trajectory based moving anomaly detection. In ICVGIP, 2014.

[11] T. Wang, M. Qiao, Y. Deng, Y. Zhou, H. Wang, Q. Lyu, and H. Snoussi. Abnormal event detection based on analysis of movement information of video sequence. Optik-International Journal for Light and Electron Optics, 152:50–60, 2018.

[12] M. A. Hearst, S. T. Dumais, E. Osuna, J. Platt, and B. Scholkopf. Support vector machines. IEEE Intelligent Systems and their applications, 13(4):18–28, 1998.

[13] B. Sch¨olkopf, J. C. Platt, J. Shawe-Taylor, A. J. Smola, and R. C. Williamson. Estimating the support of a high-dimensional distribution. Neural computation, 13(7):1443–1471, 2001.

[14] C. E. Rasmussen. Gaussian processes in machine learning. In Advanced lectures on machine learning, pages 63–71. Springer, 2004.

[15] K. Cheng, Y. Chen, and W. Fang. Gaussian process regression-based video anomaly detection and localization with hierarchical feature representation. IEEE Transactions on Image Processing, 24(12):5288–5301, Dec 2015.

[16] M. Sabokrou, M. Fathy, M. Hoseini, and R. Klette. Real-time anomaly detection and localization in crowded scenes. In CVPRW, 2015.

[17] I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville, and Y. Bengio. Deep learning, volume 1. MIT press Cambridge, 2016.

[18] X. Hu, S. Hu, Y. Huang, H. Zhang, and H. Wu. Video anomaly detection using deep incremental slow feature analysis network. IET Computer Vision, 10(4):258–265, 2016.

[19] J. R. Medel and A. Savakis. Anomaly detection in video using predictive convolutional long short-term memory networks. arXivpreprint arXiv:1612.00390, 2016.

[20] S. Hochreiter and J. Schmidhuber. Long short-term memory. Neural computation, 9(8):1735–1780, 1997.

[21] W. Luo, W. Liu, and S. Gao. Remembering history with convolutional lstm for anomaly detection. In ICME, 2017.

[22] N. Srivastava, E. Mansimov, and R. Salakhudinov. Unsupervised learning of video representations using lstms. In ICML, 2015.

[23] R. Hinami, T. Mei, and Shin'ichi S. Joint detection and recounting of abnormal events by learning deep generic knowledge. In ICCV, 2017.

[24] D. M. Blei, A. Y. Ng, and M. I. Jordan. Latent dirichlet allocation. Journal of machine Learning research, 3(Jan):993–1022, 2003.

[25] H. Jeong, Y. Yoo, K. M. Yi, and J. Y. Choi. Two-stage online inference model for traffic pattern analysis and anomaly detection. Machine vision and applications, 25(6):1501–1517, 2014.

[26] Hofmann. Probabilistic latent semantic analysis. In UAI, 1999.

[27] R. Kaviani, P. Ahmadi, and I. Gholampour. Automatic accident detection using topic models. In ICEE, 2015.

[28] Y. W. Teh, M. I. Jordan, M. J. Beal, and D. M. Blei. Sharing clusters among related groups: Hierarchical dirichlet processes. In NIPS, 2005.

[29] V. Kaltsa, A. Briassouli, I. Kompatsiaris, and M. G. Strintzis. Multiple hierarchical dirichlet processes for anomaly detection in traffic. Computer Vision and Image Understanding, 169:28–39, 2018.

[30] F. Perronnin, J. S´anchez, and T. Mensink. Improving the fisher kernel for large-scale image classification. In ECCV, 2010.

[31] J. Wang, L. Xia, X. Hu, and Y. Xiao. Abnormal event detection with semi-supervised sparse topic model. Neural Computing and Applications, Mar 2018.

[32] S. Ji, W. Xu, M. Yang, and K. Yu. 3d convolutional neural networks for human action recognition. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, 35(1):221–231, 2013.

[33] L.-L. Wang, H. Y. T. Ngan, and N. H. C. Yung. Automatic incident classification for large-scale traffic data by adaptive boosting svm. Information Sciences, 467:59–73, 2018.

[34] W. Yang, Y. Gao, and L. Cao. Trasmil: A local anomaly detection framework based on trajectory segmentation and multi-instance learning. Computer Vision and Image Understanding, 117(10):1273–1286, 2013.

[35] S. Xingjian, Z. Chen, H. Wang, D.-Y. Yeung, W.-K. Wong, and W.-c. Woo. Convolutional lstm network: A machine learning approach for precipitation nowcasting. In NIPS, 2015.

Касымова Д.Т., Ахмедиярова А.Т., Шаяхметова А.С., Тұрдалыұлы М.

Анализ методов выявления и устранения противоречий в больших данных

Резюме. В статье анализируются конфликты, связанные с обработкой больших объемов данных и методы, используемые для их разрешения. Сложной задачей является выявление противоречивых данных между большими данными. Проанализированы подходы к выявлению и устранению противоречивых данных. Рассматривались использование методов машинного обучения при работе с противоречивыми данными.

Ключевые слова: большие данные, противоречие, временное противоречие, пространственное противоречие.

УДК: 621.372.543

[1]A.A. Nauryzbayeva, [1]A.Zh. Laubayeva, [1]A.K. Zhunussova, [1]M. B. Bakytova, [2]D. I. Ussipbekova

([1]Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan, [2]Almaty University of Energy and Communication, E-mail: aigerimnauryz@mail.ru)

RESEARCH PROBLEMS IN THE DEVELOPMENT OF NANOTECHNOLOGY IN ENGINEERING

Abstract: Over the past few years, a short word with great potential - "nano" quickly entered the world consciousness. The article deals with the study of the problem in the development of nanotechnology in mechanical engineering. Nanotechnology is now in the early stages of development, as the main discoveries predicted in this area have not made yet. However, the ongoing research is already given practical results. The use of advanced scientific results in nanotechnology allows us to refer it to high technologies.

Key words: nanotechnology, science, technology, nanoelectronics, nanomaterials, some problems in the development of nanotechnology.

[1]А.А. Наурызбаева, [1]А.Ж. Лаубаева, [1]А.Қ Жунусова, [1]М.Б. Бақытова, [2]Д.И. Усипбекова

([1]Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы, [2]Алматы Энергетика және байланыс университеті, E-mail: aigerimnauryz@mail.ru)

МАШИНА ЖАСАУДАҒЫ НАНОТЕХНОЛОГИЯНЫҢ ДАМУЫ МЕН МӘСЕЛЕСІН ЗЕРТТЕУ

Андатпа: Соңғы бірнеше жылда үлкен әлеуеті бар қысқа сөз - "нано" әлемдік санаға тез кірді. Мақалада машина жасау саласындағы нанотехнологияларды дамыту кедергілерін зерттеу қарастырылған. Нанотехнология қазір дамудың бастапқы сатысында тұр, себебі бұл салада болжанатын негізгі ашылулар әлі жасалған жоқ. Дегенмен, жүргізілген зерттеулер қажетті практикалық нәтижелер берді.

Нанотехнологияда озық ғылыми нәтижелерді пайдалану оны жоғары технологияларға жатқызуға мүмкіндік береді.

Кілтік сөздер: нанотехнология, ғылым, техника, наноэлектроника, наноматериалдар, нанотехнологияларды дамытудың кейбір мәселелері.

Нанотехнология - бұл электроникада, оптикада, энергетикада, машина жасауда немесе биофизикада, биоинженерияда және медицинада болсын, Органикалық емес және органикалық

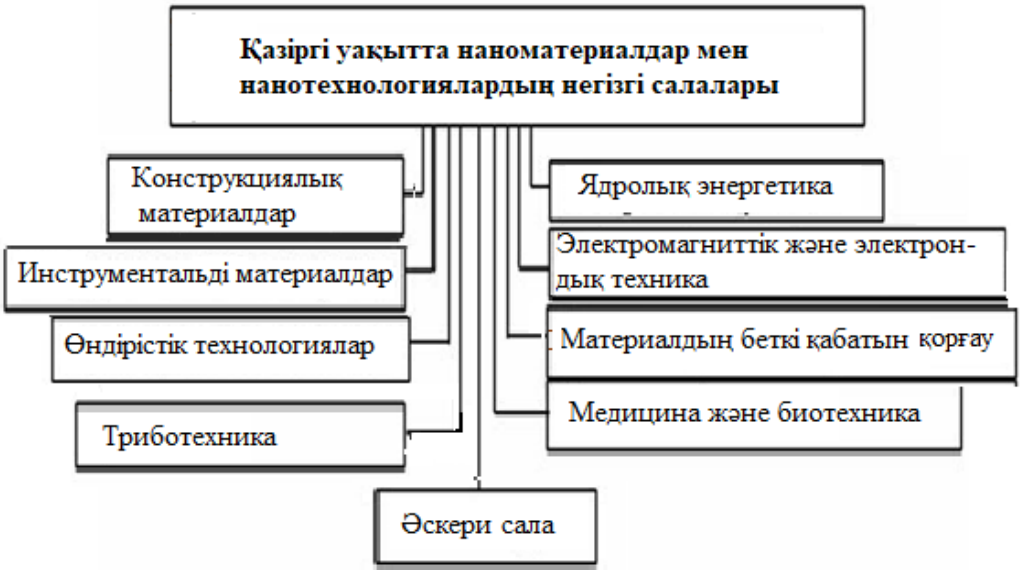
материалға принципті жаңа физика-механикалық, химиялық және пайдалану қасиеттерін беруге мүмкіндік беретін атомдық және кластерлік деңгейлерде өлшемдігі төмен құрылымдарды құрастыру және өздігінен жинау процестерімен операция жасайтын пәнаралық технологиялық сала. Ғылымның даму бағыты, техника және технологиялар, құрумен байланысты, наноөлшемді элементтері бар объектілерді зерттеу және пайдалану, алдағы жылдары адам қызметінің көптеген салаларында, соның ішінде машина жасау саласында да түбегейлі өзгерістерге алып келеді [1].

Нанотехнологияны дамыту мәселесінің үш бағыты бар [2]:

• Электронды схемаларды дайындау (сонымен қатар көлемді) белсенді элементтерімен, молекулалар мен атомдардың өлшемдерімен салыстырылатын;

• Наномашиналарды, яғни молекуласы бар механизмдер мен роботтарды әзірлеу және жасау;

• Атомдарды тікелей манипуляциялау



1-сурет. Наноматериалдар мен нанотехнологияларды қолданудың негізгі саласы [1]

Әлемдік нанотехнологиялар нарығы тез дамып келеді. Оның көлемі ~ 2,5 млрд. евро. 2010 жылға қарай Еурокомиссияның болжамы бойынша ол 100 млрд. еуродан астам еуро құрауы мүмкін, ал 2015 жылға қарай 1 трлн. Еуро болады. Бүгінде бұл, негізінен, наноэлектроника, оптоэлектроника өнімдері, жаңа ұрпақтың байланыс құралдары, катализаторлар, түрлі функционалдық мақсаттағы жұқа пленкалар және т. б.

Дегенмен, нанотехнологияларда табысты қолдану үшін теория мен модельдеудің заманауи әдістері айтарлықтай жетілдірілуі тиіс. Мысалы, кванттық химиялық есептеулер мен молекулалық динамика әдістері наноөлшемді материалдардың қасиеттерін және олардың сипаттамаларын (термофизикалық, термохимиялық, электрлік, магниттік және реологиялық) бағалауды қамтамасыз ете алатындай деңгейге дейін дамуы тиіс. Наноөлшемді материалдар мен құрылғыларды оңтайландыру түпкілікті өнім алғанға дейін құрастырудың мыңдаған нұсқаларын зерттеуді талап етеді. Наноматериалдар мен наноқұрылғылардың қасиеттерін моделдеу кезінде оларды пайдалану және қоршаған ортаның барлық жағдайларын ескеру қажет,бұл өз кезегінде өндіріс және пайдалану басталғанға дейін әртүрлі масштабтарда (молекулалық, нано-, мезо - және макроскопиялық масштабтар) олардың қасиеттерін зерттеуді және модельдеуді талап етеді. Жоғары дәлдікті және дәлдігі жоғары станоктар паркін жаңартуға нанотехнологиялық әзірлемелерді кеңінен енгізу.

Нанотехнологияларды пайдалана отырып жасалған өлшемі және позициялау әдістері тікелей технологиялық процесс барысында бөлшектің өңделетін бетін және құралдың өңдеуші бетін оптикалық өлшеу негізінде кесетін құралды бейімдеуді қамтамасыз етеді [3].

<u>Қазақстанда нанотехнологиялардың даму мәселелері:</u> Жаңа ғылыми-техникалық бағыттар бойынша ұлттық және өңірлік бағдарламаларды қалыптастырудың әлемдік тәжірибесін талдау, наноматериалдар мен нанотехнологияларды әзірлеу саласындағы кейбір түйінді проблемаларды анықтау қажеттігін куәландырады:

Бірінші мәселе - қазіргі заманғы жетістіктерді қолданудың барынша тиімділігін қамтамасыз ете алатын олардың неғұрлым перспективті тұтынушыларының шеңберін қалыптастыру. Нанотехнологиялар мен наноматериалдарды дамытуда қоғамның қажеттілігін анықтау, экономикаға елеулі әсер етуге қабілеттілігін, техникаға, өндіріске, денсаулық сақтау саласына, экологияға, білім беру саласына, қорғаныс және мемлекеттің қауіпсіздігіне қажеттілігін қалыптастыру қажет. .

Екінші мәселе - наноматериалдар мен нанотехнологияларды қолдану тиімділігін арттыру. Бастапқы кезеңде наноматериалдар құны әдеттегі материалдарға қарағанда жоғары болады, бірақ оларды қолданудың жоғары тиімділігі пайда береді.

Үшінші мәселе - Қазақстанда ғылым мен өндірісте кейбір басымдықтарды сақтауға мүмкіндік беретін наноматериалдарды алудың жаңа өнеркәсіптік технологияларын әзірлеу.

Төртінші мәселе - микротехнологиялардан нанотехнологияларға өтуді қамтамасыз ету және нанотехнологияларды әзірлемелерді өнеркәсіптік өндіріске, әсіресе электроника және информатика саласында жеткізу.

Бесінші мәселе - нанотехнологияларды дамытуға байланысты ғылым мен техниканың барлық салаларында іргелі зерттеулерді кең ауқымды дамыту.

Алтыншы мәселе зерттеу инфрақұрылымын құру, соның ішінде:

- бірегей технологиялық және диагностикалық жабдықтарды ұжымдық пайдалану орталықтарын ұйымдастыру;
- қазіргі заманғы аспаптармен жабдықтау және өндірістік ұйымдарды құрал-саймандармен және нанотехнологиялар саласындағы жұмыстарды жүргізуге арналған саймандармен қамтамассыз ету;
- нанотехнология саласында арнайы метрология және мемлекеттік стандарттарды әзірлеу;

Жетінші мәселе - институттарда айналым қаражатын қалыптастырудың қаржы-экономикалық тетігін және наноматериалдарды әзірлеуші кәсіпорындар мен нанотехнологияны құру қажет, сонымен қатар инфраструктураны дамытумен қатар, ғылыми-техникалық әзірлемелерді орындаудан бастап жоғары технологиялық өнімді іске асыруға дейінгі оның барлық сатыларында осы саладағы инновациялық қызметті қолдауды қамтамасыз етуды қолға алу мәселесі.

Сегізінші мәселе – нано өндірісіне қызықтыру, Қазақстанның жаңартылған технологиялық кешені үшін білікті ғылыми, инженерлік және жұмысшы кадрларды дайындау және бекіту [4].

Қорытынды: Нанотехнологиялардың басты мақсаты жоғарыдан төмен емес, төменнен жоғары қарай қозғала алатынымен байланысты, яғни наноқұрылымдарды, наноматериалдарды, нанобъектілерді өсіру. Нанотехнологиялар үлкен көлемді материалдарды талап етеді және олардың атомдарын біртіндеп жинау мүмкін емес Сондықтан нанотехнология үшін екі негізгі жол бар:

- Нанотехнологиялар өздігінен жиналу процессін қамтамассыз ету қажет. Басқаша айтқанда, бұл өзін-өзі ұйымдастыру, өзін-өзі қалыптастыру және өзін-өзі жинау процестері.

- Нанотехнологияның көптеген мәселелерін шешу үшін физиктердің, химиктердің, математиктердің, биологтардың — жалпы тілдің бірлескен қызметін талап етеді. Сонымен қатар, осы ауқымды пәнаралық көзқарас, не үшін қол жеткізуге болатынын, не үшін қол жеткізгізуге қажет екенін және ең бастысы - нені болдырмау керек екенін түсінеді. Мұнда технологиялық, экономикалық, саяси, әскери және әлеуметтік проблемалар қазіргі таңға қарағанда анағұрлым өзара байланысты болатын болашақты жобалау маңызды мәнге ие болады. Бұл мүлдем жаңа технологиялық мүмкіндіктерге негізделген.

Осыған орай, нанотехнологиялар ғылыми фантастика болып қалмауы үшін, олар экономикада өз орнын табуы керек, қазіргі экономикалық циклдарға қосылу немесе жаңа түрін құру. Бұл күрделіліктің көрінбейтін деңгейінің ұйымдық-экономикалық проблемаларын шешуге мүмкіндік беретін басқарудың сапалы жаңа деңгейі.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М., 2005. - 274 с.
[2] Нанотехнологии. Ч. Пул, Ф. Оуэнс. Пер. с англ. - Москва: Техносфера, 2005. - 189 с.
[3] Зубарев Ю. М. Современные инструментальные материалы: Учебник. - СПб.: Изд. «Лань», 2008. - 224 с. ил.
[4] Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию. М., 2005. - 230 с.

Наурызбаева А.А., Лаубаева А.Ж., Жунусова А.Қ, Бақытова М.Б, Усипбекова Д.И.

Проблемы развития нанотехнологий в машиностроении

Резюме: За последние несколько лет короткое слово с большим потенциалом - «нано» быстро вошло в мировое сознание. В статье рассмотрено исследование проблемы в развития нанотехнологий в

машиностроении. Нанотехнология сейчас находится в начальной стадии развития, поскольку основные открытия, предсказываемые в этой области, пока не сделаны. Тем не менее, проводимые исследования уже дают практические результаты. Использование в нанотехнологии передовых научных результатов позволяет относить её к высоким технологиям.

Ключевые слова: нанотехнология, наука, техника, наноэлектроника, наноматериалы, некоторые проблемы в развития нанотехнологий.

ОӘЖ 691.276:504.054

T.T Zaurbekov., K.S. Dossaliyev, V.N. Bossak, M.K. Zhantasov, Zh.M. Altybayev, B.A. Ismailov, D.M. Zhantasova
(Belarus State Agricultural Academy, Gorky, Republic of Belarus
M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Republic of Kazakhstan)

METHOD FOR DETERMINING THE CONCENTRATION OF DUST IN THE PRODUCTION ROOM OF FIBER-CEMENT PRODUCTS

Abstract. The paper considers a method for determining the maximum allowable amount of asbestos dust in the air of the working area at the site of production of asbestos-cement products. The mass amount of asbestos dust in the air is determined using the Atmas dust meter at the workplace at one point or at several points in the direction of their movement.

Key words: asbestos fibers, industrial dust, dust-measuring tools, chrysotile asbestos, fibers, fiber-cement slate, asbestos.

Т.Т. Заурбеков, К.С. Досалиев, В.Н. Босак, М.К. Жантасов, Ж.М. Алтыбаев, Б.А. Исмаилов, Д.М. Жантасова
(Беларусия мемлекеттік ауылшаруашылық академиясы,
Горки қ., Беларусия Республикасы. М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қ., Қазақстан Республикасы)

ТАЛШЫҚТЫ-ЦЕМЕНТ ӨНДІРІСІН ОРЫНДАҒЫ АУАДАҒЫ ШАҢ КОНЦЕНТРАЦИЯСЫН АНЫҚТАУ ӘДІСТЕМЕСІ

Аңдатпа: Жұмыста асбест талшықты-цементті өнім шығаратын өндіріс орнында жұмысшы алаңында ауадағы асбест шаңдарының массалық мөлшерін шектік рұқсат етілген көлемін анықтау әдістемесін қарастырдық. Ауадағы асбест шаңдарын массалық мөлшерін Атмас шаң өлшегіш көмегімен жұмысшы орында бір нүктеден немесе олардың жылжу бағытына қарай бірнеше нүктеден анықтаймыз.

Түйін сөздер: асбест талшықтары, өндірістік шаңдар, шаң өлшегіш құралы, хризотил асбест, талшықтар, талшықты-цементті шифер, асбест өндірісі.

Дүние жүзілік денсаулық сақтау ұйымы мәліметі бойынша АҚШ пен Ресейде барлық табылатын асбесттің 95 % хризотил асбест талшықтары болып табылады. Олар сол мемлекеттің барлық талшықты-цементті материал өндірісіне қажетті деген жерлерде хризотил асбест талшықтарын пайдаланады. Басқа асбест түрлері сияқты қауіпті канцерогенді асбест болып табылады. Дүние жүзілік денсаулық сақтау ұйымы мәліметі бойынша, барлық елдерде асбест талшықтар өндірісінде шамамен 125 млн адам жұмылдырылған. Жыл сайын асбест жұмыс орнында техника қауіпсіздігін сақтамау әсерінен, асбесттен туындайтын ауруларден шамамен 107 мың адам қайтыс болатындығы орын алған.

Европа елдерінде асбест өндірісі соңғы жылдарда азая бастады. Францияда 1997 жылдың 1 қаңтарынан бастап асбест талшықтарын қандай да бір өндіріске қолдануғы тиім салынды. 2005 жылдан бастап Еуро одақ көлемінде асбестті талшықтарды пайдалануға толық тиім салынды. Дүние жүзі бойынша 60 мемлекетте асбест талшықтарын қолдану толық немесе жартылай тиім салынды.

Асбест талшықтарына олармен салынған немесе асбест талшықтарын қолдану арқылы әрленген үймереттер мен ғимараттар тұрғындарына, сол жерде жұмыс жасаушылар және келушілерге әсер етеді.

Ресей Федерациясында, бекіткен тізімге сәйкес құрамында хризотил асбест талшықтары бар үш мыңнан аса өнім рұқсат етілген [1]. Бірақ та, асбест талшықтары бар өнімдерді бөлмелерге шаңдар кіруге толық оқшаулаулап болған соң рұқсат етіледі [2].

Сол себепті, Ресей Федерациясында асбест талшықтарының шекті рұқсат етілген концентрация (ШРЕК) мөлшерленеді [3,4]:

• жұмыс аумағындағы ауада: максималді уақытша - 2 мг/м^3 (6 мг/м^3 асбестцемент шаңы үшін), орташа айлық - 0,5 мг/м^3 (4 мг/м^3 асбестцемент, асбестбакелиттті және асбестрезина шаңдары үшін) [5];

• елді-мекендер ауасында (хризотил-асбест шаңдары құрамымен 10 % дейін): орташа тәуліктік - 0,06 талшықтар 1 мл [6].

Зерттеу нысаны. Зерттеу нысаны болып талшықты-цемент шифер өндірісіндегі жұмыс алаңындағы хризотиол асбест шикізатынан шығатын шаңдардың ауаға тасталатын көлемін анықтау методикасы болып табылады.

Хризотил – асбест ($3MgO{\cdot}2SiO_2{\cdot}2H_2O$) – бұл әмбебап құрылыс материалы болып табылады. Хризотил құрамына магний гидросиликаты кіреді. Асбест талшықтарының бұл түрі термотөзімді және жылу айыру материалдар ретінде қолданылады. Сонымен қатар, хризотил шикізатын асбестті цементті және асбестті техникалық бұйымдар өндірісінде пайдаланады.

Кәзіргі таңда хризотил бүкіл дүние жүзі бойынша қолданылатын жалғыз асбест талшықты өнім болып табылады. Целлюлоза және жасанды талшықты материалдар материалдармен салыстырғанда хризотил айырушы материал ретінде қауіптілігі төмен. Басқа да асбест талшықтырынан дайындалған құрылыс материалдары сияқты (асбесттің қауіпті сорттары), майда жұқа талшықтарға бөлінетін қасиеті бар. Айта кетерлік жайт, хризотил асбест басқа асбест талшытары сияқты +500 ^{0}С температурасында өзінің пайдалану қасиеттерін жоғалтпайды. Хризотил асбест талшықтарының балқу температусы 1500°С орын алады [7].

Талшықты-цементті өнімдер шығаратын өндіріс орнындағы шаңдарды анықтауға әмбебапты «Атмас» шаң талдағыш (шаң өлшегіш) қондырғысы қолданылады. Әмбебапты «Атмас» шаң өлшегіш қондырғысы 1 сурете, ал техникалық сипаттамасы 1 кестеде келтірілген.

1-сурет. Әмбебапты Атмас шаң өлшегіш

Әмбебапты «Атмас» шаң өлшегіш қондырғысы жылдам өлшеу өондырғысына жатады, ол жұмыс орнындағы атмосфералық аудағы шектік рұқсат етілген құрамдарды бақылаудағы әртүрлі шаңдардың және химиялық құрамдардың массалық концентрациясын тоқтаусыз бақылауға, өнеркәсіптік тастандыларды, таза ауаны технологиялық және санитарлы-қорғау аймақтарының ауасын бақылауға арналған. Әмбебапты «Атмас» шаң өлшегіш қондырғысы негізі массалық концентрацияны анықтайды (ауадағы шаңдардың көлемді массасын).

Әмбебапты «Атмас» шаң өлшегіш келесі төрт режимде өлшеу жүргізе алады:

- «Экспрес өлшеу» режимі екі режимді болады, онда сынама алу ұзақтығы 30 немесе 120 сек. болған кезде;

- «Уақытпен өлшеу» режимі сынамаларды уақытпен алуға орнату және 1 минуттан 4 сағатқа аралықта сынамаларды өлшеу;

- «Диапозон-2» режимі қондырғыдағы орнатылған патрон-араластырғыш арқылы алынған сынамалардың 20 мг/м^3 жоғары шамада шаң мөлшерінің массалық концентрациясын өлшецге арналған.

Сонымен қатар қондырғы дисплейінде алынған шаңдар деңгейі, қондырғына тазау қажеттілігін автоматты ескерту, 2000 өлшемге арналған жады және қосымша арнайы оқытуды талап етпейді.

1-кесте. **«Атмас» шаң өлшегіш қондырғысының техникалық сипаттамасы**

№	Газ талдағыш сипаттамасы	Мөлшері
1	Шаңнын масалық өлшемі аралығы, мг/м^3	
2	Шамалы жіберілетін ауытқу мүмкіндігі, %: - 0,1 ден 20 мг/м^{3}дейін шамада - 20 ден150 мг/м^{3}дейін шамада	 ±20% ±25%
3	Талданатын сынамамың көлемдік шығыны, л/мин	1,0±0,05
4	Индикация шамасы: - температура, °С - атмосфералық қысым, рт. бағ. мм. - относительной влажности, %	 от 0 до +50 от 700 до 820 от 10 до 95
5	Шаң өлшегіш Атпас қондырғысының кернеулік тоғы, В: - адаптер арқылы (50 ± 1) жиілікте айнымалы тоқ көзінен алғанда - аккумляторлы батарея көзінен алғанда	 220±22 12
6	Қоректену күші: - аккумляторлы батарея көзінен, Вт - жиілікте айнымалы тоқ көзінен, В•А, көрсетілген мөлшерден көп емес	 4,0 45
7	Жұмыстық режімді орнатуға кететін уақыт, мин	1
8	Аккумлятор батареясынан қуатталмай тоқтаусыз жұмыс істеу уақыты, сағат	8
9	Шаң өлшегіш қондырғысының габартты өлшемдері, мм	330х150х60
10	Шаң өлшегіш қондырғысының салмағы, кг	1,1
11	Бас тартуға жұмыс уақыты, көрсеткіштен кем емес, сағат	7,5
12	Шаң өлшегіш қондырғысының аралық тексеру мерзімі, ай.	12
13	Пайдаланудағы кепілдік мерзімі, ай	24
14	Шаң өлшегіш қондырғының орташа қызмет көрсету мерзімі, жыл	7
Шаң өлшегіш қондырғының жұмыстық пайдалану шарты		
1	Жұмыстық қоршаған орта температурасы	+1 ден +40°С дейін (-15°С дейін қысқа мерзімді, изотермиялық қалтада)
2	Ауаның салыстырмалы ылғалдылығы	90% дейін (темп. 25°С)
3	Атмосфералық қысым	70 тен 105 кПа дейін

Әмбебапты Атмас шаң өлшегіш қондырғысымен талшықты-цементті өндірісіндегі ауа құрамындағы шаңдарды анықтайды. Қондырғы көмегімен бірнеше мәрте шаң көлемін өлшеу арқылы орташа мәнін аламыз. Әмбебапты Атмас шаң өлшегіш қондырғысын жұмысын келесі ретпен жүргіземіз:

- қондырғымен өлшейтін орта жұмыс орны екеніне көз жеткізу қажет;

- сырттан өндіріс орнына келген жағдайды ішкі жағдайлармен қондырғыны теңесу үшін 30 минут күту қажет;

- ауадағы өлшеу сынамасын алу жұмысшының беткі келбетіне сай келетін биіктікте алу қажет (ол шамамен жұмысшы алаңда жұмысшы тұрып жұмыс істеген жағдайды еденнен 1,5 м, ал отырып істеген жағдайды 1,0 м болып табылады). Егер жұмысшы орны тұрақты болмаса, онда өндіріс алаңшасының бірнеше нүктесінен сынама алады;

- сынама алынатын нүктеге қондырғыны қойған соң штатив көмегімен немесе қолымен бірнеше минут қозғалтпай ұстау қажет;

- «Іске қосу» кнопкасын басу арқылы қондырғымен жұмыс жүргізе бастайды.

Ескерту ретінде «Өлшеу режіміне» сәйкес әртүрлі режімде есептеулер жүргізіледі.

Талшықты-цементті шифер өндірісінде асбест талшықтарын үгіту және қоспаларды араластыру барысында өндіріс орнында ауаға асбест талшықтары шаңдары шығады. Асбест талшықтарының көлемін әмбебапты Атмас қондырғысы көмегімен анықтаймыз. Анықтау бірнеше қайталаумен, өндірістегі жұмысшы орынан аламыз. Анықталатын асбест талшықтарының шаңдарын шекті рұқсат етулген көлемнен салыстыру жүргізіледі.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] М.В. Сайфулин, Реферат – Доклад Асбест, Екатеринбург, 2003.

[2] Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.3.757-99 «Работа с асбестом и асбестсодержащими материалами»/5.7. Новое строительство, расширение, реконструкция, техническое перевооружение, ремонт, консервация и снос зданий с использованием асбестсодержащих теплоизоляционных материалов. Архивная копия от 5 мая 2016 на Wayback Machine.

[3] Рекомендации по охране труда при использовании асбестосодержащих материалов и изделий в административных и непроизводственных зданиях. Утверждено 30.01.2003 г. зам. Министра труда и социального развития РФ и зам. Председателя Государственного комитета РФ по строительству и жилищно-коммунальному комплексу.

[4] Гигиенические нормативы ГН 2.1.2/2.2.1.1009-00 «Перечень асбестоцементных материалов и конструкций, разрешенных к применению в строительстве».

[5] Гигиенические нормативы ГН 1.1.725-98 «Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека» Архивная копия от 6 мая 2016 на Wayback Machine.

[6] Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 21.04.2008 N 27 (ред. от 22.12.2014) "Об утверждении СанПиН 1.2.2353-08" (вместе с "СанПиН 1.2.2353-08. Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной / Консультант Плюс. www.consultant.ru. Дата обращения 29 октября 2015.

[7] Сперанская О. Асбест: Реальность, проблемы, рекомендации, Москва, 2008.

[8] Speranskaya O. Asbest: Real'nost', problemy, rekomendacii, Moskva, 2008.

Заурбеков Т.Т., Досалиев К.С., Босак В.Н., Жантасов М.К.,
Алтыбаев Ж.М., Исмаилов Б.А., Жантасова Д.М.

Методика определение концентрация пыли в производственном помещении волокнисто-цементных изделий

Резюме. В работе рассмотрена методика определения предельно допустимого количества асбестовой пыли в воздухе рабочей зоны на месте производства асбестоцементной продукции. Массовое количество асбестовой пыли в воздухе определяем с помощью пылемерника Атмас на рабочем месте в одной точке или в нескольких точках в направлении их движения.

Ключевые слова: асбестовые волокна, производственная пыль, пылемерный инструмент, хризотиловый асбест, волокна, волоконно-цементный шифер, асбест.

УДК 621.39:004.05

I.A. Shirokov, Y.G. Neverova
(NARXOZ University, Almaty, Kazakhstan
e-mail: elena.neverova@narxoz.kz)

APPLICTION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR PERSONAL DATA PROTECTION

Abstract. The article proposes a methodology for replacing the existing technology for creating IINs and electronic digital signatures with a more effective one, as well as the possibility of a modernized digitization of almost any documents with an increased level of secrecy, as well as ensuring the security of data from documents using blockchain and QR coding technology. Digitalization of such documents, according to the proposed technology, will increase the degree of accuracy in identifying the user, the blockchain technology will create all conditions for the production of a unique code and protect data from unauthorized changes, QR-coding will facilitate access to encoded documents. The conclusions made in the article convincingly prove a higher degree of ensuring the reliability of protection of personal data, a significant reduction in the time of generating passwords, and an increase in the ergonomics of their use.

Key words. QR code, blockchain, digitalization, EDS, IIN, encryption.

И.А. Широков, Е.Г. Неверова
(АО «Университет Нархоз», Казахстан, Алматы
e-mail: elena.neverova@narxoz.kz)

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ЗАЩИТЕ ЛИЧНЫХ ДАННЫХ

Аннотация. В статье предложена методика замены существующей технологии создания ИИН и электронной цифровой подписи на более эффективную, возможность модернизированной оцифровки практически любых документов, имеющих повышенный уровень секретности, а также обеспечение безопасности данных из документов с помощью технологии блокчейн и QR-кодирования. Цифровизация таких документов, согласно предложенной технологии, позволит увеличить степень точности при идентификации пользователя, блокчейн технология создаст все условия для производства уникального кода и защиты данных от несанкционированных изменений, QR-кодирование позволит облегчить доступ к кодируемым документам. Выводы, сделанные в статье, убедительно доказывают более высокую степень обеспечения надежности защиты персональных данных, значительное сокращение времени генерации паролей, и повышение эргономичности их использования.

Ключевые слова. QR-код, блокчейн, цифровизация, ЭЦП, ИИН, шифрование.

Для повышения уровня взаимодействия правительственных органов с населением в Республике Казахстан внедрена и активно используется система электронного правительства для граждан - eGov. Она постоянно совершенствуется и дополняется новым функционалом. Ускоренное внедрение и интенсивное использование столь широкомасштабной информационной системы закономерно влечет за собой некоторые «болезни роста», в частности, наблюдается некоторое несовершенство ключевого показателя данной системы – электронно-цифровой подписи (ЭЦП).

“ЭЦП (электронная цифровая подпись) - документ, представляющий собой аналог собственноручной подписи, который используется для придания электронному документу такой же юридической силы, как если бы этот документ на бумажном носителе был нотариально заверен.” [1]

Граждане РК имеют доступ к порталу именно через личную электронную цифровую подпись.

Как известно, ЭЦП состоит из двух файлов, зашифрованных по технологии RSA:

1. Ключ для аутентификации пользователя, как правило, обозначается префиксом AUTH_RSA.
2. Ключ для подписи документа или услуги, как правило обозначается префиксом RSA.

Защита ЭЦП вызывает ряд вопросов. Так как хранение происходит зачастую на локальных хранилищах, то нет гарантии, что это хранилище не придет в негодность или не будет атаковано вирусными программами. Также при переносе ключей с одного хранилища в другое возможно повреждение файлов ключей, что приводит их в негодность.

“Срок действия ЭЦП достаточно долог – ЭЦП действителен один год для хранения на файловой системе и 3 года на, так называемых, защищенных носителях (удостоверении личности, Kaztoken и других).” [2]

Ключи ЭЦП разбиты на две части и должны находиться в локальном хранилище. Зачастую этими хранилищами являются персональный компьютер или удостоверение личности, для доступа к которому требуется специальное устройство – картридер.

Предлагается создать унифицированную платформу для доступа к документам, а также создать методологию доступа к данным, которая повысит безопасность доступа и использования по сравнению с ЭЦП.

Решение данной проблемы видится в частичном заимствовании технологий у системы защиты банковской информации, где для аутентификации пользователя достаточно ввести номер телефона, пароль и код из SMS или ввести код двухфакторной аутентификации.

Чтобы добиться максимальной защиты от несанкционированного доступа к данным, следует использовать двухфакторную аутентификацию при входе в учетную запись. “Двухфакторная аутентификация — это метод идентификации пользователя в каком-либо сервисе (как правило, в Интернете) при помощи запроса аутентификационных данных двух разных типов, что обеспечивает двухслойную, а значит, более эффективную защиту аккаунта от несанкционированного проникновения.” [3]

На сегодняшний день крупнейшими поставщиками сервисов двухфакторной аутентификации являются Яндекс и Google со своими продуктами Яндекс.Ключ и Google Authenticator соответственно. Данная технология позволит сократить жизнь ключа для входа с года, как предлагает сегодня технология ЭЦП, до 30 секунд в базовой настройке. Таким образом, метод входа с помощью логина и пароля уходит в прошлое, так как двухфакторная аутентификация генерирует пароли сама, а для их ввода используются два метода: ввод чисел или сканирование QR-кода. Данный метод генерирует фирменное приложение поставщика, таким образом, все ключи находятся в смартфоне в виде, приведенном на рисунке 1.

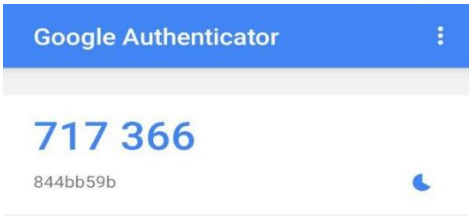


Рис.1. Генерация ключей двухфакторной аутентификации

Использование двухфакторной аутентификации вместо используемой на сегодняшний день кодировки ЭЦП даст возможность отказаться от постоянного ввода пароля при входе в пользу одноразовых паролей и QR-кодов, жизненный цикл которых составляет 30 секунд.

Далее, когда мы получаем доступ к личной странице портала eGov для поиска и извлечения личных документов по запросу, возникают затруднения в поиске необходимой информации. Порталу egov, в части формирования и хранения личных данных, видится возможным предложить инновационное решение данной проблемы.

В рамках выполнения проекта SocShield (Социальный Щит) авторами был разработан и апробирован подход к оцифровке и формированию документов, выдаваемых по требованию для обслуживания категории граждан, нуждающихся в социальной защите.

Методика позволит полностью унифицировать эти документы, установить степень доступа к ним в зависимости от роли запрашивающего лица, а также обезопасить социально-уязвимый слой населения от нежелательного доступа к их личным данным.

Объектом оптимизации в данном случае выступили 2 документа: справка об инвалидности и пенсионное свидетельство.

Справка об инвалидности, помимо необходимых данных, имеет чрезмерную избыточность информации: домашний адрес, номер телефона, группа инвалидности.

Эта информация является строго конфиденциальной, не предназначенной к публичному доступу. Также, распространение информации о наличии и группе инвалидности является, по нашему мнению, в какой-то мере, ущемлением прав человека.

Также имеются проблемы с идентификацией документа, так как в нем отсутствуют идентификационные данные о держателе, такие, как ИИН или фотография держателя. То есть любой человек, случайно нашедший данный документ, может воспользоваться им, выдав себя за владельца.

В нашем проекте для предоставления информации сотрудникам заинтересованных служб будет использоваться электронный документ с доступом по QR-коду. Общий вид документа представлен на рисунке 2.

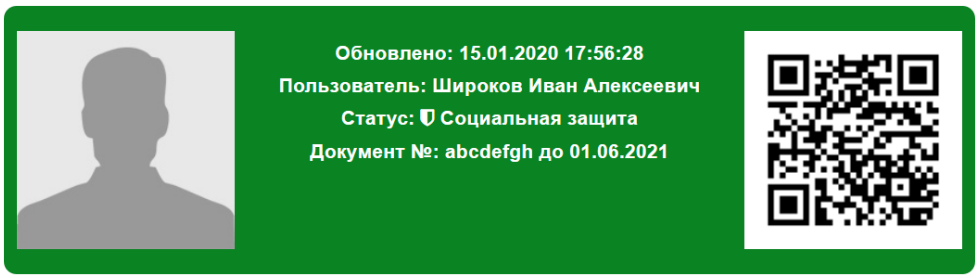


Рис.2. Макет цифрового документа с базовыми данными с QR-кодом

Данный код будет формироваться, исходя из данных электронного документа, находящегося на портале, а веб-приложение, которое обрабатывает все данные будет формировать правильный ответ на запрос о документе, исходя из роли запрашивающего. Это позволит не выдавать лишнюю информацию о держателе, а предоставлять только необходимые сведения, требуемые в рамках полномочий заинтересованных лиц.

Для формирования данного QR-кода нужны две составляющие: уникальный идентификатор человека и номер документа.

Рекомендуется использовать такой идентификатор, который не будет показывать никакую информацию о пользователе. Даже такой показатель как ИИН, широко используемый для этих целей в РК, не подходит для идентификации, так как по ИИН можно узнать дату рождения и пол пользователя.

Оптимальным решением для выбора идентификатора является шифрование массива данных пользователя методом crc32b. Данный метод предлагается по следующим причинам:

1. Короткий, по сравнению с ИИН, формат (8-значный идентификатор против 12-значного).
2. Сокрытие базовых личных данных (дата рождения и пол).
3. Большой диапазон уникальности (36^8 возможных комбинаций).
4. Использование его в качестве ключа позволит гораздо эффективнее защитить данные от взлома, так как в данный метод возвращает строку, состоящую из букв и цифр.

Поскольку метод crc32b формирует сокращенную хеш-сумму объекта, то даже самое незначительное изменение строки влечет за собой полное изменение возвращаемой строки. Данная хеш-сумма будет использована как ключ для дешифрования данных.

Предполагается, что все данные будут храниться как зашифрованный массив данных документа, из которого невозможно вывести интересующую информацию по одному полю. При дешифровании данных, возвращается строка данных, которую можно разделить по установленному делителю и преобразовать обратно в массив данных, которым можно легко управлять, вставляя необходимые данные в нужные места.

Чтобы сгенерировать идентификатор, используется функция hash() языка программирования PHP. Данный метод предполагает использование двух аргументов: кода, полученного методом хеширования (в данном случае crc32b), и данных, которые были собраны со страницы регистрации нового пользователя. Результаты работы функции приведены на рисунке 3.

Данные собираются в следующем порядке: фамилия, имя, отчество (при наличии), ИИН, дата рождения. В результате выполнения функции возвращается результат “844bb59b”, который является идентификатором пользователя.

```
$user = "Широков;Иван;Алексеевич;010101010101;01.01.01";
$username = hash("crc32b", $user);
Result: 844bb59b
```

Рис.3. Демонстрация выполнения функции hash()

Для защиты данных от изменений будет использоваться технология blockchain. “Блокчейн (цепочка блоков) — это распределённая база данных, у которой устройства хранения данных не подключены к общему серверу. Эта база данных хранит постоянно растущий список упорядоченных записей, называемых блоками. Каждый блок содержит метку времени и ссылку на предыдущий блок.” [4]

“Блокчейн — это универсальный инструмент для построения различных баз данных, который обладает следующими преимуществами:

1. Децентрализация. Отсутствует главный сервер хранения данных. Все записи хранятся у каждого участника системы.
2. Полная прозрачность. Любой участник может отследить все транзакции, проходившие в системе.
3. Конфиденциальность. Все данные хранятся в зашифрованном виде. Пользователь может отследить все транзакции, но не может идентифицировать получателя или отправителя информации, если он не знает номера кошелька. Для проведения операций требуется уникальный ключ доступа.
4. Надёжность. Любая попытка внесения несанкционированных изменений будет отклонена из-за несоответствия предыдущим копиям. Для легального изменения данных требуется специальный уникальный код, выданный и подтверждённый системой.

5. Компромисс. Данные, которые добавляются в систему, проверяются другими блоками, то есть они пересчитывают хеш.” [4]

Блокчейн также будет использоваться для защиты данных документов. При этом следует распределить данные по таблицам в базе данных согласно правилам нормализации и в каждой таблице запустить генерацию цепи.

Например, данные для компиляции документов расположены в таблицах, но без надежной защиты их легко изменить. Следует к каждой таблице присоединить дополнительное поле, тип которого varchar. В нем будет храниться хеш предыдущей записи в формате хеширования md5. При каждом добавлении информации программа будет проверять хеши всех блоков с целью определить, были ли нарушения в цепи данных. Только после проверки всей цепи будет добавлена запись в базу данных.

Таким образом, данные пользователей будут защищены от изменений. При этом логин (в данном случае идентификатор) будет храниться в виде хеша sha-256. Следовательно, идентификатор нигде в базе данных не отражается в первоначальном виде по аналогии шифрования логинов и паролей.

Замена ИИН на короткую хеш-сумму позволит расширить диапазон значений детекторов идентификации, свести вероятность ошибочной, либо преднамеренной фальсификации идентификатора к нулю, а также скрыть личную информацию от третьих лиц и, таким образом, обезопасить пользователей от несанкционированного доступа к их личным данным.

Озвученные в статье идеи ни в какой мере не умаляют усилий разработчиков данного программного продукта и имеют целью внести предложения для его усовершенствования.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Статья «Впервые на портале электронного правительства?» [Электронный ресурс] // egov.kz / – 2019 – URL: https://egov.kz/cms/ru/information/eds/Vpervye-na-portale (дата обращения: 09.01.2020)

[2] Статья «Перевыпуск ЭЦП». [Электронный ресурс] // egov.kz / – 2019 – URL: https://egov.kz/cms/ru/information/eds/prolong (дата обращения: 12.01.2020)

[3] Статья «Двухфакторная аутентификация: что это и зачем оно нужно?» [Электронный ресурс] // kaspersky.ru / – 2014 – URL: https://www.kaspersky.ru/blog/what_is_two_factor_authenticatio/4272/ (дата обращения: 09.01.2020)

[4] Статья «Блокчейн – что такое технология Blockchain» [Электронный ресурс] // teletype.in / – 2019 – URL: https://teletype.in/@cryptobumm2019/S1WLKuNYS (дата обращения: 09.01.2020)

Широков И.А., Неверова Е.Г.

Жеке мәліметтерді қорғау мақсатында инновациялық технологиялардың қолданылуы

Андатпа. Бұл мақалада ЖСН мен электрондық цифрлық қолтаңбаны құрудың қолданыстағы технологиясын неғұрлым тиімдірек ауыстыру, сондай-ақ құпиялылық деңгейі жоғарылаған кез-келген дерлік құжаттарды модернизациялау мүмкіндігі, және де блокчейн мен QR код технологиясын қолдана отырып құжаттардан мәліметтердің қауіпсіздігі қамтамасыз ету әдіснамасы көрсетілген. Ұсынылған технологияға сәйкес мұндай құжаттарды цифрландыру пайдаланушының сәйкестендіру деңгейінің дәлдігін арттырады, блокчейн технологиясы бірегей кодты шығаруға барлық жағдай жасайды және деректерді рұқсат етілмеген өзгерістерден қорғайды, QR кодталған құжаттарға қол жеткізуді жеңілдетеді. Мақалада келтірілген тұжырымдар дербес деректерді қорғаудың сенімділігі жоғары дәрежеде екендігін дәлелдейді.

Түйінді сөздер: QR коды, блокчейн, цифрландыру, ЭЦҚ, ЖСН, шифрлау.

УДК 662.92

M. A Zhumanov, B.B. Chshanova
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.
bibshn@icloud.com)

ANALYSIS OF BURNING AND IMPROVEMENT OF HEAT ENERGY UNIT OPERATION AT TPP

Abstract. The article considers describes the characteristics of the main combustion technologies with a low nitrogen content. Analyzing the typical external accident of the device after the conversion with the combustion of low nitrogen content, some targeted solutions are proposed to optimize the operation of the thermal unit, such as adjusting the air distribution, optimizing oxygen control and sensible mixing of combustion. They can effectively ensure the stability of combustion and reduce the concentration of emissions of nitrogen oxides.

Keywords: low nitrogen combustion, staging combustion, blending combustion, coal-air ratio, thermal power unit.

М.А. Жуманов, Б.Б. Щанова
(Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазахстан.
E-mail: bibshn@icloud.com)

АНАЛИЗ ГОРЕНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ ТЕПЛОВОГО ЭНЕРГОБЛОКА В ТЭЦ

Аннотация. В статье рассмотрены характеристики основных технологий сжигания с низким содержанием азота. Анализируя типичную внешнюю аварию устройства после преобразования сгоранием с низким содержанием азота, предложены некоторые целевые решения для оптимизации работы теплового энергоблока, такие как регулировка распределения воздуха, оптимизация контроля кислорода и разумное смешивание сгорания. Они могут эффективно обеспечить стабильность горения и снижение концентрации выбросов оксидов азота.

Ключевые слова: сгорание с низким содержанием азота, регулирование горения, смешанное сгорание, соотношение угля и воздуха, тепловой блок.

Введение

С быстрым развитием социальной экономики, потребление энергии все больше и больше, выбросы загрязнения воздуха увеличиваются. Как наиболее важная часть электричества, тепловая энергия генерирует загрязняющие оксиды азота при сгорании топлива, генерация оксидов азота является частью реакции сгорания [1, 2]. Основное сгорание оксидов азота NO и NO_2, вместе именуемых NOx. NOx в атмосфере, растворенной в воде, будет генерироваться как азотно-кислотный дождь. Кислотные дожди нанесли значительный ущерб окружающей среде, вызвав огромные экономические потери [3]. Для эффективного контроля выбросов тепловых энергоблоков от атмосферных загрязнителей в стандарте на выбросы загрязняющих веществ в воздух для тепловых электростанций, который применяется с 2012 года, предусмотрены пределы концентрации выбросов загрязняющих веществ в воздухе тепловых электростанций, требования к надзору и мониторингу. Стандарт отметил, что после преобразования тепловой мощности необходимо контролировать концентрацию выбросов оксида азота в пределах 100 мг / $м^3$.

Для достижения чистого сгорания, снижения NO выбросов загрязняющих веществ, технические меры можно разделить на две категории: одна - денитрификация печи, другая - De-NOx [4]. Технология сжигания азота в печи - это использование различных средств для контроля образования NOx во время сжигания, также известная как технология сжигания с низким уровнем выбросов NOx. Де-NOx также известен как технология очистки дымовых газов. Оксиды азота, образующиеся в дымовых газах, восстанавливаются или поглощаются, тем самым снижая выбросы NOx. По сравнению с De-NOx, сжигание с низким NOx имеет широкий спектр применения, простую конструкцию и экономически выгодные преимущества [5]. Это наиболее важная и относительно зрелая мера по сокращению выбросов NOx на угольных котлах. В целом, эти меры могут достигать до 50% скорости удаления. Таким образом, тепловые блоки обычно принимают преобразование сгорания с низким уровнем выбросов NOx.

Характеристики технологии низкого азотообразования

Денитрификация печи может быть разделена на различные типы в соответствии с различными технологиями сжигания, среди которых эффективность ступенчатого сжигания топлива выше, это эффективные меры по снижению выбросов NOx [6, 7], выбросы NOx из угольных котлов могут быть уменьшены более 50%. Этап сгорания включает в себя следующие технические характеристики.

Распределение трех вертикальных пространств

Приблизительно в 3 м от зоны основной горелки в верхней части вышеперечисленного, 3-4 слоя отделяются над огненным воздухом (SOFA), на который приходится около 25% от общего объема воздуха. Во-первых, это обеспечивает достаточную высоту уменьшения между основными горелками и воздухом при пожаре (OFA), чтобы уменьшить количество топлива и тип NOx. В то же время все вентиляционные отверстия OFA спроектированы так, что они поднимают и опускают носик для достижения заданного целевого воздуха и регулировки отклонения температуры дыма на выходе из котла.

Первичная зона сгорания разделена на пространство сгорания с более высокой и более низкой концентрацией, например, один котел мощностью 300 МВт с пятью слоями горелки из пылевидного угля, в своей основной зоне горения, чтобы создать более низкую концентрацию горелки из пылевидного угля, состоит из четырех основных зон сгорания. Высокие характеристики зажигания с устойчивым сгоранием в нижней части, чтобы обеспечить учет около 80% общего централизованного расположения котла из пылевидного угля, благоприятного для сжигания в огне, время работы может быть целесообразным для уменьшения коэффициента избытка воздуха в этой области путем регулирования температуры печи достигла высокого уровня в этой области, в состоянии пониженной гипоксии, уменьшение NOx было большим количеством отложений, в верхнюю первичную зону сгорания, уменьшая выработанное NOx, коэффициент избытка воздуха во время работы в этой области составляет около 1,0, чтобы обеспечить котел Основная зона сгорания печи достаточно высокого температурного уровня. Таким образом, технология поэтапного сжигания топлива для снижения образования NOx в топливе и термического образования NOx имеет чрезвычайно важные результаты [8].

Распределение двух зон горения

Как видно из рисунка 1, в основной зоне сгорания мы формируем четкую характеристику центральной области на пространстве сгорания и распределения пристеночной области в горизонтальном сечении печи посредством проектирования и преобразования [9,10]. Для основной горелки в зоне топки целесообразно организовать высокую концентрацию пылевидного угля, высокотемпературную зону сгорания с низким содержанием кислорода. Между тем, при более низком соотношении избытка воздуха можно эффективно подавлять образование NOx в топливном типе, а температуру сгорания можно подавлять, генерируя NOx низкотемпературного типа, чтобы достичь цели печи сгорания с низким NOx.

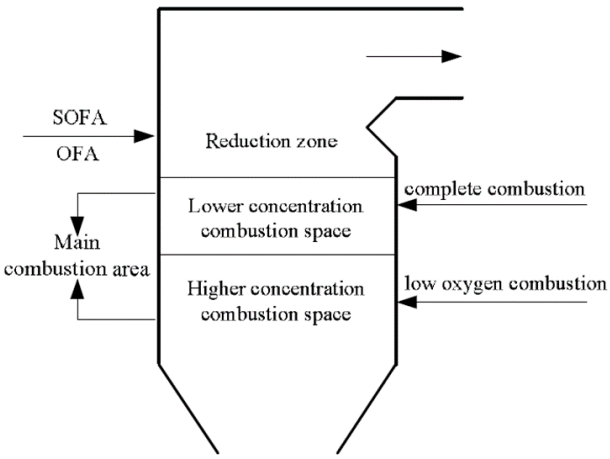


Рис. 1. Принципиальная схема поэтапного сгорания.

Использование технологии поэтапного сжигания воздуха является не только важным средством снижения выбросов NOx и повышения скорости сжигания пылевидного угля при использовании горизонтальной регулировки качания SOFA, но также помогает уменьшить отклонение температуры дымового газа на стороне выхода из печи, вызванное отклонением перегревателя и температуры стенки нагревателя.

Аварийный анализ

На примере типичного блока 300 МВт проводится анализ несчастного случая горения после его низкого преобразования сгорания азота. Агрегат использует конструкцию и производство шанхайского котельного завода SG 1025 / 17.47-M878 докритического типа, однобарабанный, с одинарным подогревом, контуры управления, шлак из твердого измельченного угля, открытый тип П, разработанный для угля плохого качества. Котел имеет двойную систему подачи порошка с двумя входными и выходными шариками, тангенциально запущенную и вращающуюся форсунку из пылевидного угля.

Обзор аварийного процесса

Однажды в 8:16 нагрузка блока № 4 составила 220 МВт, давление основного пара - 16,9 МПа, температура основного пара - 536 ° С, расход основного пара - 700 т / ч. Вентилятор с принудительной тягой, вентилятор с принудительной тягой, вентилятор первичного воздуха, вспомогательный вентилятор работали в автоматическом режиме. 4А и 4В работали два комплекта фрезерной системы, показатели и параметры были в норме, ремонтные работы не проводились. Короткие воздуходувки сажи № 4 дули. 8:16:25 оператор обнаружил, что флуктуации давления в печи, максимальные до + 320 Па, а затем быстро снижающиеся до -2658 Па, достигли значения действия основного отключения топлива (MFT) (-2490 Па). Сработала защита от пламени котла, и первой причиной было низкое давление в печи. На месте инспекции, есть большое количество шлака в шлакоуборочной машине.

Проектирование и анализ экспериментов

Соответствующие испытания проведены для проверки влияния качества угля, мельницы и кислорода на выбросы NOx. Стандарт, используемый в тестах, - это код теста производительности для утилитного котла. Пробы газа отбирались на выходе воздухоподогревателя методом сетки, а затем поступали в анализатор дымовых газов через газовый смеситель. Некоторые наборы данных для концентраций O2 и NOx были получены при каждом экспериментальном условии, и все данные были скорректированы на основе концентрации O2 6% или коэффициента избытка воздуха 1,4 в соответствии со стандартом выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для тепловых электростанций.

Испытание различных комбинаций угля и мельниц

Обычно котлы, работающие на угле с высокой летучестью, производят меньше NOx. Характеристики сгорания угля влияют на режим работы котла. Уголь с высокой летучестью можно легко сжигать, что обеспечивает низкий коэффициент избытка воздуха, который сдерживает превращение топливного азота в NOx [11,12]. Характеристики сгорания угля существенно влияют на концентрацию кислорода в печи.

Мы проводим эксперименты с различными комбинациями угля и мельниц, чтобы проверить их влияние на выбросы NOx при различной удельной нагрузке и O2%. Как видно из таблицы III, № 1 и № 2 представляют собой рабочие условия с полной нагрузкой при различных комбинациях мельниц и одной и той же комбинации угля, на концентрацию выбросов NOx влияет сочетание мельниц. Комбинация нижних мельниц может помочь снизить концентрацию выбросов NOx.

№ 3, № 4 и № 5 - условия переменной нагрузки при одинаковой комбинации мельниц. Как видно из результатов, когда единичная нагрузка постепенно снижается, концентрация выбросов NOx снижается. Из-за высокой нагрузки работа кислорода низкая, поэтому самая низкая концентрация NOx при высоких нагрузках.

№ 6 и № 7 - разные рабочие условия загрузки на тех же мельницах и той же комбинации угля. Результаты показывают, что концентрация NOx при высокой нагрузке ниже, чем концентрация NOx при низкой нагрузке.

Таблица 1. **Значения испытаний различных комбинаций угля и мельниц**

№	Состояние	Нагрузка блока	O2%	Мельница	NOx
	-	*МВт*	*%*	-	*mg/m³*
1	Уголь 1 Уголь 1	284	3.1	ABCE	347
2		283	3.3	BCDE	393
3	Уголь 1	285	3.4	CDEF	297
4	Уголь 1	223	4.7	CDEF	326
5	Уголь 1	160	5.1	CDEF	349
6	Уголь 2	290	3.5	BCDE	281
7	Уголь 2	165	4.4	BCDE	329

Проверка коэффициента утечки воздуха

Пройдя тест скорости утечки предварительного воздухонагревателя при различных условиях работы, мы можем сделать вывод, что скорость утечки воздуха выше, когда кислород выше, что не способствует контролю выбросов NOx, как показано в таблице 2.

Таблица 2. **Уровень утечки воздуха предогревателя воздуха в разных условиях**

№	Нагрузка блока, МВт	O_2%	А, коэффициент утечки воздуха, %	В, коэффициент утечки воздуха, мг/м3
1	284	3.1	11.4	11.5
2	283	3.3	11.2	10.3
3	285	3.4	12.3	11.2
4	223	4.7	13.6	10.9
5	160	5.1	14.1	11.1
6	290	3.5	10.5	10.2
7	165	4.4	13.9	12.6

В реальном процессе эксплуатации, хотя иногда общий объем воздуха увеличивается, но скорость утечки воздуха увеличивается в то же время, нам необходимо обратить внимание на то, чтобы наблюдать изменения содержания кислорода в подогревателе воздуха, чтобы обеспечить стабильность сгорания и выбросы NOx.

Принятые меры

Из-за того, что характеристики сгорания котла после преобразования сгорания с низким содержанием азота претерпевают большие изменения, поэтому агрегаты нуждаются в детальной оптимизации экспериментов по сгоранию, чтобы изучить наилучшее соотношение избытка воздуха, скорости первичного воздуха и режимов распределения воздуха.

Регулировка распределения воздуха

Распределение воздуха является ключом к распределению температуры. Испытания показывают, что засорения можно избежать, регулируя распределение воздуха. Путем разумного улучшения степени измельчения частиц угля и оптимизации распределения воздуха можно улучшить стабильность горения.

Горизонтальное качание OFA, расположенное в верхней части печи, и способ концентрического тангенциального сгорания откладывают смешивание воздуха и угольного порошка и уменьшают образование NOx. Эксперимент, проведенный на электростанции Лайчэн, показывает, что выброс NOx может быть уменьшен путем уменьшения вторичного воздуха в нижней части печи и увеличения количества SOFA в верхней части печи.

Ветры SOFA оказывают большое влияние на NOx. При условии, что другие факторы не изменятся, NOx будет уменьшаться с увеличением открытия перегородки SOFA, открытие заслонки более 80%, основной NOx - для поддержания постоянного уровня. Кроме того, SOFA на стороне A и B необходимо контролировать равномерный контроль объема воздуха, что помогает снизить выбросы NOx и несгоревшего углерода. Когда сгорание очень плохое, окружающий воздух и SOFA могут быть закрыты.

Оптимизация контроля кислорода

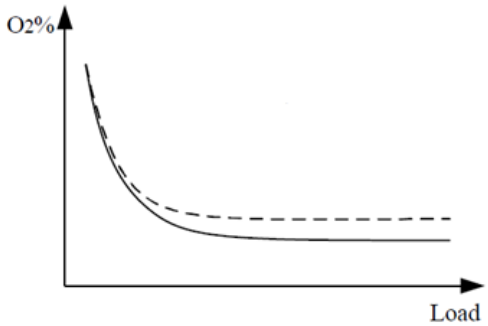
Коэффициент избытка воздуха α применяется для измерения процесса сгорания в топке котла или экономии, который определяется как

$$\alpha = \frac{21\%}{21\% - O_2\%}$$

здесь O2% - содержание кислорода в топочном газе.

Хорошо известно для промышленных угольных котлов коэффициент избытка воздуха α, общий контроль над теоретическим значением от 1,3 до 1,5, но с учетом практических соображений, таких как утечки и качество угля, α выбирают из 1,4-1,8 [13].

С увеличением коэффициента избытка кислорода, поступающего в подогреватель воздуха, увеличивается концентрация выбросов NOx, температура на выходе из печи и изменение температуры сгорания невелики, появляются нерегулярные изменения, изменение концентрации выбросов NOx не вызвано тепловым изменением типа NOx, а вызвано изменение типа топлива NOx. С увеличением коэффициента избытка воздуха площадь сгорания кислорода увеличивается, когда соединения азота в продукте термического разложения сгорания топлива, дополнительно окисленном до NOx, создают условия для увеличения типа топлива NOx. Хотя работа с низким содержанием кислорода выгодна для контроля выбросов NOx, но не способствует сжиганию пылевидного угля. Проверенные исторические данные по кислороду и сравниваемые с однотипными агрегатами, сгорание в котле после преобразования с низким содержанием азота требует соответствующего увеличения значения кислорода для увеличения общего количества воздуха, поэтому оптимальное значение O2% при различной удельной нагрузке показано в рисунке 2.



— теоретические данные
- - - оптимальные данные

Рис. 2. Оптимальное значение O2% при различной удельной нагрузке

Оптимальное смешивание сгорания

Характеристики сгорания смешанного угля в основном определяются составом соотношения смеси каждой отдельной смеси угля и качеством угля. Свойства сгорания угля, сильно различающиеся при смешивании друг с другом, позволяют легко образовать выгорание и уменьшить эффект горения по сравнению с характеристиками сжигания одного угля. Повысить уровень закупок одного подходящего для сжигания угля, насколько это возможно, чтобы уменьшить заготовку смешанного угля, входящий уголь летучий в соответствии с верхним пределом контроля, уменьшить количество поступающего антрацита, соответственно увеличить оптимальное количество закупаемого горючего угля. Противоинтерференционная способность сгорания котла может быть улучшена путем контроля качества угля [14].

Если бы один уголь электростанции был смешан, то один агрегат, насколько это возможно, поддерживал бы одинаковую пропорцию смешивания, чтобы эффективно контролировать стабильность горения котла. В противном случае, поскольку количество требуемого угля и время сжигания угля изменяются, необходимо отрегулировать параметры управления котлом [15].

Заключение

Регулируя распределение воздуха, оптимизируя управление кислородом, оптимизируя смешанное сгорание, можно эффективно обеспечить стабильность горения и предотвратить возникновение пожара в котле из-за падения кокса в печи, снизить концентрацию выбросов оксидов азота и обеспечить экологические требования.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Карпенко Е.И., Мессерле В.Е. Плазменно-энергетические технологии топливоиспользования. - Новосибирск: Наука, Сиб. предприятие РАН, 1988. - 320 с.

[2] Буянтуев С.Л., Елисафенко А.В., Легостаев С.М. Применение плазменных пылеугольных горелок на котле ТПЕ-185 Улан-Удэнской ТЭЦ // Энергетик. - 2003. - № 3. - С. 13-15.

[3] Карпенко Е.И., Мессерле В.Е., Коногоров Н.М. Плазменно-энергетические технологии использования угля для эффективного замещения мазута и природного газа в топливном балансе ТЭС // Теплоэнергетика. - 2004. - № 10. - С. 53-60.

[4] Карпенко Е.И., Мессерле В.Е., Чурашев В.Н. Экологоэкономическая эффективность технологий переработки твердых топлив. - Новосибирск: Наука, Сиб. изд. фирма РАН, 2000. - 194 с.

[5] Жуков М.Ф., Карпенко Е.И., Перегудов В.С. и др. Плазменная безмазутная растопка пылеугольных котлов и подсветка факела - Новосибирск: Наука, 1995. - 304 с.

[6] Мессерле В.Е. Состояние и перспективы освоения плазменных технологий безмазутного воспламенения углей в энергетике // Материалы 2-го международного симпозиума по теоретической и прикладной термохимии (15 ТАРС-95). - Иваново: ИГХТА, 1995. - С. 17-21.

[7] B.Coda, F.Kluger, D.Fortsch, etc. “Coal-Nitrogen Release and NOx Evolution in Air-Staged Combustion”, Energy & Fuels, vol. 12, pp.1322-1327, 1998.

[8] Lin Peng-yun, Luo Yong-hao, Hu Li-yuan, “Numerical simulation and analysis of the influencing factors of NOx emissions of coal- fired utility boilers”, Journal of Engineering for Thermal Energy and Power, vol. 22(5), pp.529-533, 2007.

[9] Kang M., Yeon T. H., Park E. D., Yie J. E.,et al. “Novel MnOx catalysts for NO reduction at low temperature with ammonia”, Catalysis Letters, vol. 106(1-2), pp.77-80, 2006.

[10] M.H.Xu, J.L.T.Azevedo, M.G.Carvalho, “Modeling of the Combustion Process and NOx Emmission in a Utility Boiler”, Fuel, Vol. 79(13), pp.1611-1619, 2000.

[11] Kurosea R, Makinob H, “Numerical analysis of pulverized coal cumbustion characteristics using advanced low-NOx burner”, Fuel, 84, pp.693-703, 2004.

[12] D.R.Coyghanowr, Process Systems Analysis and Control, New York: McGraw-Hill, 1991.

[13] Yao Qiang, Chen chao, Technology of clean coal combustion, Beijing: Chemical Industrial Publishing Company, 2005.

[14] J.L.T Azevedo, Coimbra C.F.M and Carvalho M.G., “3-D Numerical Model for Predicting NOx Emssions From an Industrial Pulverized Coal Combustor” , Fuel, vol. 73(7) , pp.1128-1134, 1994.

[15] Hu Wei-feng, Xie Jing-mei, “Feasibility study on 600MW boiler low-NOx combustor retrofitting”, Electric Power Construction, vol. 30(3) , pp.70-73, 2009.

Жуманов М.А., Щанова Б.Б.

ЖЭО жылулық энергия блоктарындағы жылуды талдау және жұмысын жетілдіру

Түйіндеме. Мақалада құрамында азот мөлшері төмен болатын негізгі жану технологияларының сипаттамалары қарастырылған. Құрамында азот мөлшері төмен болатын жануды түрлендіргеннен кейін қарапайым сыртқы апаттық жағдайға талдау жүргізіле отырып, ауаның таралуын реттеу, оттегіні бақылауды оңтайландыру және жануды дұрыс араластыру сияқты жылулық энергия блоктарының жұмыстарын оңтайландыру үшін кейбір мақсатты шешімдер ұсынылған. Олар жану тұрақтылығын азот оксидінің шығарылу концентрациясын төмендетуді тиімді түрде қамтамасыз ете алады.

Кілттік сөздер: азот мөлшері төмен жану, жануды реттеу, аралас жану, көмір мен ауаның қатынасы, жылулық блок.

УДК 628.477.6

T. Gumirov, A.Tlems, V. Tuykanko, V.Savinkin, A.Duryagina
(M. Kozybayev North Kazakhstan State University, Petropavlovsk, Kazakhstan.
E-mail: gumirovt@mail.ru)

ENLARGING THE COATINGS PROTECTIVE RESOURCE BY IMPROVING THE COMPONENTS MOISTENING IN SILICONE COATING COMPOSITION

Abstract. The article is devoted to the effect of phosphorus-containing surfactants on the aluminum moistening substrates with solutions of polyphenylsiloxanes research, the change in the moistening process is calculated, and their effect on the porosity of the coatings is shown.

Keywords: Silicone surfactant, copolymer, polyether, applications, liquid crystal, microemulsion, wetting, synthesis, foam, emulsion

1. Introduction.

Silicone coating materials historically occupy a significant market share of coatings [1]. These materials are hybrid organic-inorganic composites. Combining the characteristics of organic and inorganic substances, such structures have great potential to develop new coatings with various combinations of physical, technical and operational characteristics [2]. Besides the basic requirements for pigmented coatings which is the ability to build coatings with the specified security features, they are requirements related to the decorative (color, shine), and structural and mechanical (hardness, durability) properties. Quality coatings on these parameters are largely dependent on the degree of dispersion of pigments and fillers.

Metallopigment - aluminum powder traditionally is used in the silicone coatings. For the efficient flow of pigment dispersingб the great importance has the ability of the pigmented particles to be wetted with the components of the liquid dispersion medium. When using aluminum powder (hydrophilic pigment) surface properties, which are caused by a large number of polar active sites, the wetting ability of the liquid medium depends on its affinity with the contacting phase on its polarity. However, the most industrial silicone resins are inherently low-polarity substances. Despite the polar nature of the bond Si-O, silicones are close to the hydrocarbon energy of adhesion to the water and effect of the weakly adsorbed on the hydrophilic surface.

The study [6] reports chemical treatment of pigment titanium dioxide (TiO2) with silicone to give surface functionalized TiO2. The surface functionalization was confirmed by Fourier Transform Infra Red Spectroscopy, Scanning Electron Microscopy, Transition Electron Microscopy and Dynamic Light Scattering analysis. Coatings were formulated by incorporation of these functionalized TiO2 into the epoxy polymer matrix and compared for coating properties with untreated TiO2. To reduce the hydrophilicity of aluminum powder (and thus increasing its wettability by solutions of silicones) may be recommended for the use of additives, phosphorus-containing surfactants (hereinafter SAS) forming a “grafted layer”.

The aim of this work was to study the effect of phosphorus-containing surfactants (additives) on the wetting of aluminum powder in silicone coatings.

3. Methods.

Silicone resin - polyphenylsiloxane lacquer (the SFC), the solvent - toluene (GOST 14710-78) and the additives, two types of phosphite (Table 1) were used for the research:

Tab. 1. **Characteristics of additives**

Name of additive	Chemical formula	Average weighted molecular mass, a.m.m	Chemical name
DEF	(EtO)2P(O)H	138	Diethylphosphite
TABF	(Et2N)2P(O)Bu-t	248	Tetraethyldiamidotrebutil phosphite

For an assessment of moistening activity of investigated additives concerning aluminium substrate (a content of aluminium is 99, 98 %) defined following characteristics of their solutions: a superficial tension (in system: “solution PFS –water phase” – δll) on a method of “the greatest pressure of air bubbles” (device of Rebinder) and regional angle of wetting (on the border “solution PGS - aluminium substrate - a water phase”- Ѳ°) on the method of “selective wetting” in isothermal conditions, at temperature 298ºK [3].

The given characteristics (a superficial tension and regional angle of wetting) of individual solutions (toluene-additive; toluene PFS) and solutions of the mixed structure (toluene-PFS-additive) established, varying in them the content of additives (0÷2 g/dm³) and silicone pitches, PFS (0÷30 %, concerning weight of mixture).

4. Results.

The results of the researches of moistening activity of the individual and mixed solutions are presented in table2.

Tab.2. **The influence of concentration phosphorcontaining additives and PFS on a superficial tension (mG/m²) “solution PFS –water phase” (δll) and regional angle of wetting “solution PGS - aluminium substrate - a water phase” (Ѳ°)**

CPFS, %	CSAS, g/dm3	DEF		TABF	
		Δll	Ѳ°	Δll	Ѳ°

0	0	35,70	116,28	35,70	116,28
	0,25	34,51	115,54	33,92	115,20
	0,5	33,32	114,07	32,13	114,01
	1	33,92	111,81	34,51	101,24
	2	35,50	103,49	35,70	99,91
10	0	33,92	123,44	33,92	123,44
	0,25	32,13	120,95	33,92	119,83
	0,5	30,34	119,95	33,32	116,69
	1	32,13	112,97	31,54	113,51
	2	33,92	110,69	33,92	110,12
20	0	32,73	125,14	32,73	125,14
	0,25	31,54	122,20	29,15	123,22
	0,5	29,75	120,76	30,00	118,78
	1	30,94	116,45	31,73	101,24
	2	32,50	102,93	32,73	100,38
30	0	30,94	126,86	30,94	126,86
	0,25	30,34	126,15	28,56	115,98
	0,5	27,96	121,36	29,75	115,12
	1	29,75	115,12	30,34	114,34
	2	30,94	113,12	30,94	111,14

The analysis of the presented data (Tab.2) testifies to the positive influence on the decrease in specific superficial energy on interphase border “solution PFS – water phase” increases on the one hand – contents of PFS, and on the another – additives in concentration of boundary from 0 up to 0,5 g/dm³. Maximum of superficial activity investigated of phosphates marked, at their content in toluene at the level of 0,5 g/dm³, and in the mixed solutions at the level - 0,25÷0,5 g/dm³.

The further increase of additive concentration in solutions of the individual and mixed structure (from above 0,5 g/dm³) stimulated them concentration not in the superficial layer on border with air (water), and in volume of solution [4].

At carrying out of researches was established, that the layer formed by toluene on an aluminium substrate on border with water hydrophoben, regional angle is equal 116,3 (Tab.2). For comparison, according to the literary data, the drop of water on teflon has regional angle equal to 112÷130. At addition toluene PFS (CPFS = 30 %) are observed an increase of regional angle of wetting with 116,3 up to 126,86, that testifies about hydrophobization of surfaces of an aluminium substrate. On the contrary, the interphase layer which has been generated at presence of additives, had quite different superficial properties (possessed significantly smaller water repellency); so at introduction in toluene DEF (up to 2 g/dm³) regional angle of wetting by water has decreased on 13, for TABF similar variation has made about 16º. At introduction of additives, in the pitches diluted on a content solutions (CPFS=10 %) the given tendency (reduction of regional angle of wetting) is kept, ΔΘ° for DEF and TABF makes 13. In solutions of the mixed structure with the raised content polyphinylsilixan (CPFS =30 %), the moistening effect of additives increases, for DEF it is 14 º, for TABF ΔΘ° = 15÷16 º. The moistening effect solutions of additives amplifies in process of them concentration in system.

About quantitative variation of character of interoperability of firm surface with moistening liquid as a result of adsorption of sufricants it is possible to judge by work of wetting (Wsm.). Work of wetting is defined as a difference: $\delta_{ТЖ_1} - \delta_{ТЖ_2}$ and according to the equation of Yung it maybe calculated as:

$$W_{см.} = \delta_{ж_1 ж_2} \cdot \cos\theta \qquad (1)$$

Difference between works of wetting during the contact of a drop of water with a surface covered adsorbtion layer of SAS (Wsm. SAS) and a surface, free from it (Wsm.) will be equal

$$\Delta Wsm.: \Delta Wsm. = Wsm.\ SAS - Wsm. \qquad (2)$$

The Given variation (ΔWсм) characterizes the influence on work of wetting adsorbtion processes of SAS. Thus, on variation of values of work of wetting is possible to judge variation of a superficial tension on border “liquid-firm”. Variations of work of wetting in solutions of the individual and mixed structure, are presented in Table 3.

Tab.3. **The influence of PFS and SAS containing on the change of wetting work, (ΔWsm, mG/m2)**

SAS	C_{PFS}, %									
	0					10				
	C_{PFS}, g/dm^3					C_{PFS}, g/dm^3				
	0	0,25	0,5	1	2	0	0,25	0,5	1	2
DEF	-	1	2,2	3,2	7,5	-	2,2	3,5	6,1	6,7
TABF	-	1,4	2,7	9,1	9,7	-	1,8	3,7	6,1	7
SAS										
	20					30				
	C_{PFS}, g/dm^3					C_{PFS}, g/dm^3				
	0	0,25	0,5	1	2	0	0,25	0,5	1	2
DEF	-	2	3,6	5	11,6	-	0,7	4	6	6,4
TABF	-	2,9	4,4	13	13	-	6	6	6,1	7,4

Summarizing the above-stated, it is possible to ascertain, that the greatest moistening activity in industrial silicon varnish (CPFS =30 %), concerning aluminium substrate, shows TABF. The given fact closely correlates with the laws of variation of disperse structure established earlier (according to optical microscopy) aluminium powder in silicon coatings [5].

For the assessment of joint influence on parameters of optimization (CSAS and CPFS) the multifactorial equation of nonlinear plural correlation which in the implicit form looks like (3) is used:

$$d = \frac{f(X_1) \cdot f(X_2) \cdot \ldots \cdot f(X_n)}{g_{ср.}^{n-1}} \tag{3}$$

Where x1, x2 … xn – factors;
n – quantity of factors;
gav – a general average.

Meaning of gav was counted with the formula:

$$g_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^{M} Y_э}{M} \tag{4}$$

where $Y_э$ - set of experimental data in matrix;
M - number of lines in matrix.

Sample of an experimental file on each level was carried out for each factor within the limits of bidimentional matrix Yx (5):

$$Y = \begin{matrix} yx11, yx12, \ldots, yx1z \\ yx11, yx12, \ldots, yx1z \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{matrix} \tag{5}$$

yxm1, yxv2, …, ym1z

where m – number of levels;

z – number of functional expressions for each level.

After approximation of private dependences, with the usage of standard programs ”Advanced Grapher” and “Microsoft Excel”, the one-parametrical equations describing influence on Ɵ°, of each factor separately, for Ɵ°=f(CPFS) (the equation 6) are received.

$$Ɵ° = a\cdot(CPFS)3 – b\cdot(CPFS)2 + n\cdot CPFS + C \quad (6)$$

The factors entering into the equation 6 for additives are presented in tab. 4.

Tab. 4. **Value of factors a, b, n and C for compositions with various content of PFS**

SAS	a	b	n	C
DEF	0,0014	0,070	1,096	112,24
TABF	0,0030	0,133	1,798	109,33

for Ɵ°=f(CSAS) (the equation 7).

$$Ɵ° = a0\cdot(CSAS)2 - b0\cdot CSAS + C0 \quad (7)$$

The factors entering into the equation 6 for additives are presented in tab. 5

Tab.5. **Value of factors a, b, n and C for compositions with various content of SAS**

SAS	a0	b0	C0
DEF	0,877	9,650	123,27
TABF	5,650	20,40	123,42

Multifactorial equation nonlinear multiple correlation, reflecting the contribution (CSAS and CPFS) on parameters of the contact angle:

$$\theta^{\circ} = \frac{a\cdot\left(C_{ПФС}\right)^3 - b\cdot\left(C_{ПФС}\right)^2 + n\cdot C_{ПФС} + C}{\left[a_0\cdot\left(C_{ПАВ}\right)^2 - b_0\cdot C_{ПАВ} + C_0\right]^{-1}\cdot 117{,}00} \quad (8)$$

The adequacy of the resulting model (for 95-ground level of significance) was evaluated on the basis of correlation coefficients (R) and significance (tR), which was calculated by the equations.

$$t_R = R\cdot\sqrt{\frac{(n-2)}{1-R^2}} \quad (10)$$

$$R = \sqrt{1 - \frac{(n-2)\cdot\sum\left(y_э - y_T\right)}{(n-1)\cdot\sum\left(y_э - y_{ср.}\right)}} \quad (9)$$

where n - number of experimental points;

k - number of variable parameters;

yt - the theoretical value of the response function calculated from the generalized equation;

ye - experimental values of the response function;

yav - mid-arithmetic set of experimental values;

The calculations showed satisfactory convergence of experimental and calculated response function: R> 0,90, tR> 2.

4. Discussion.

1. Investigated additives in solutions of siloxans (various concentrations) reduce water repellency of aluminium substrate and shape “the imparted layer”, increasing “affinity” of a solution film-forming to aluminium substrate that causes improvement course of process dispergation of aluminium powder.

2. Correlation in character of variation of disperse structure and variation of work of wetting is revealed. Condition of achievement maximal diswedging effect (maximal disperationt) on interphase demarcation line “the solution film-forming-pigment” is maintenance of the maximal wetting with a solution film-forming surfaces of aluminium powder to that the maximum “variations of work of wetting ΔWсм “ conforms. At presence of additives moistening and at the same time desaggragating activity (in an industrial varnish) decrease in a number: TABF> DEF (at C_{SAS} 0,25 g/dm3).

3. On the basis of the lead experiment the mathematical model of process of the wetting, reflecting the contribution of a content of pitch and SAS on parameters of regional angle of wetting is deduced. Calculations have shown the satisfactory convergence of experimental and rated values. The given model can find application in the industry, at a stage of reception silicon coatings.

LITERATURE:

[1] Artamonov G.L. Silicon pitch and modifiers for industrial coatings // Paint and varnish materials and their application.- 2009. - №2. - Pp. 32-34.

[2] Golubeva O.Y., Domanova O.S., Ugolkov V.L., V.V. Gussarov. Hybrid nanostructures on the basis of layered silicates and nitrogen contained organic connections // Magazine of the general chemistry. - 2007. - T.77. - Ed.2 - Pp. 246-251.

[3] Malakhov A.Y. Practical work on physical and colloid chemistry. – Minsk: “Higher School”, 1974. - 366 p.

[4] Dyuryagina A.N., Tyukanko V.Y., Ostrovnoy K.A. Research of structurization of paint and varnish systems at presence of surface-active substances // Paint and varnish materials and their application.- 2010. - №3. - Pp. 31-36.

[5] Tyukanko V.J., Dyuryagina A.N., Ostrovnoy K.A. Ponomareva E.B., Buynova O.A., Shirin S.A. Modification of silicon organic paint and varnish materials nitrogen-and phosphor containing SAS // the Collection of works of the sixth international SPC “Research, development and application of high technologies in the industry”.– St.-Petersburg, 2007. – Pp. 204.

[6] K.Rajesh Kumar, Swapan K.Ghosh, A.S.Khanna, Gulzar Waghoo, Faisal Ansari, Kapil Yadav Silicone functionalized pigment to enhance coating performance // Dyes and Pigments Volume 95, Issue 3, December 2012, Pages 706-712

[7] Ubong Eduok, Omar Faye, Jerzy Szpunar Recent developments and applications of protective silicone coatings: A review of PDMS functional materials // Progress in Organic Coatings Volume 111, October 2017, Pages 124-163

[8] Aslin Izmitli, Johnpeter Ngunjiri, Tian Lan, Michaeleen L.Pacholski, Rachael Smith, Mark Langille, Tim Roggow, Kevin Henderson, Tom Kalantar, Joseph Manna Impact of silicone additives on slip/mar performance and surface characteristics of waterborne acrylic coatings // Progress in Organic CoatingsVolume 131, June 2019, Pages 145-151

[9] Chenxi Zhu, Weiqiang Lin, Lingdong Chen, Jian Lv, Jing Zhang , Jie Feng Deep color, heat-reflective, superhydrophobic and anti-soiling coatings with waterborne silicone emulsion // Solar Energy Materials and Solar Cells Volume 199, 1 September 2019, Pages 129-135

[10] Zohre Karami, Omid Moini Jazani, Amir H.Navarchian, Mohammad Karrabi, Mohammad Reza Saeb, Viscoelastic behavior of silicone/clay nanocomposite coatings // Progress in Organic Coatings Volume 136, November 2019, 105214

[11] Chenguang Yan, Junli Zhang, Jian Han, Xinchao Wang, Zhanshi Guan, Lixiang Zhang, Chuntai Liu, Changyu Shen, Improvement of environmental stress cracking resistance of polycarbonate by silicone coating // Polymer Testing Volume 60, July 2017, Pages 6-11

[12] A. Beaugendre, S. Degoutin, S. Bellayer, C. Pierlot, M. Jimenez Self-stratifying epoxy/silicone coatings // Progress in Organic Coatings, Volume 103, February 2017, Pages 101-110

[13] Rafael S. Peres, Ariane V. Zmozinski, Flávia Roberta Brust, Alexandre José Macedo, Carlos A. Ferreira Multifunctional coatings based on silicone matrix and propolis extract // Progress in Organic Coatings, Volume 123, October 2018, Pages 223-231

[14] M. Esfandeh, S. M. Mirabedini, S. Pazokifard, M. Tari Study of silicone coating adhesion to an epoxy undercoat using silane compounds: Effect of silane type and application method // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, Volume 302, Issues 1–3, 20 July 2007, Pages 11-16

[15] Loïc Picard, Patricia Phalip, Etienne Fleury, François Ganachaud Chemical adhesion of silicone elastomers on primed metal surfaces: A comprehensive survey of open and patent literatures // Progress in Organic Coatings, Volume 80, March 2015, Pages 120-141

Гумиров Т.Ш., Тлемс А.Т., Тюканько В.Ю., Савинкин В.В., Дюрягина А.

Силиконды бояулар мен лактардағы компоненттердің сулануын жақсарту арқылы жабынның қорғаныс ресурсын арттыру

Резюме. Мақала құрамында фосфор бар беттік-белсенді заттардың алюминий субстраттарының полифенсилсилоксан ерітінділерімен сулануына әсерін зерттеуге арналған, суландыру жұмысының өзгерісі есептелген және олардың жабындардың кеуектілігіне әсері көрсетілген.

Түйін сөздер: Силиконды беттік белсенді заттар, сополимер, полиэфир, қосымшалар, сұйық кристалдар, микроэмульсия, сулану, синтез, көбік, эмульсия.

Гумиров Т.Ш., Тлемс А.Т., Тюканько В.Ю., Савинкин В.В., Дюрягина А.

Увеличение защитного ресурса покрытий путем улучшения смачивания компонентов в силиконовых лакокрасочных материалах

Резюме Статья посвящена исследованию влияния фосфорсодержащих поверхностно-активных веществ на смачивание алюминиевых подложек растворами полифенилсилоксанов, рассчитано изменение работы смачивания и показано их влияние на пористость покрытий.

Ключевые слова: Силиконовые поверхностно-активные вещества, сополимер, полиэфир, аппликации, жидкие кристаллы, микроэмульсия, смачивание, синтез, пена, эмульсия.

УДК 519.7

[1,2]Sh.A. Jomartova, [2]N.T. Karymsakova, [2]A.T. Tursynbay, [3]B.R. Zholmagambetova
([1]Institute of Information and Computing Technologies of the Ministry of Education and Science, Almaty, Kazakhstan, [2]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, [3]L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan, E-mail: jomartova@mail.ru)

INTERVAL ANALYSIS APPLICATION TO HANDLE CHEMICAL REACTOR

Abstract. The article is devoted to the use of interval analysis for controllability of a chemical reactor. The relevance of the task of determining the controllability of a chemical reactor is shown. A mathematical model of a chemical reaction is considered. This model is built by the law that the frequency coefficients and activation energies have constant values. The paper considers the problem of choosing the optimal control of a chemical reactor. A program in Pascal for numerical modeling is developed. The methods of penalty functions and the gradient method for solving the optimal control problem are proposed.

Key words: chemical reactor, interval analysis, temperature, concentration, reaction, optimal control.

[1,2]Ш.А. Джомартова, [2]Н.Т. Карымсакова, [2]А.Т. Турсынбай, [3]Б.Р. Жолмагамбетова
([1]Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Алматы, Республика Казахстан, [2]Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан, [3]Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Республика Казахстан, E-mail: jomartova@mail.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРВАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ УПРАВЛЯЕМОСТИ ХИМИЧЕСКОГО РЕАКТОРА

Аннотация. Статья посвящена применению интервального анализа для управляемости химического реактора. Показана актуальность задачи определения управляемости химическим реактором. Рассматривается математическая модель химической реакции. Данная модель построена закону, что частотные коэффициенты и энергии активации имеют постоянные значения. В работе рассмотрена задача выбора оптимального управления химическим реактором. Разработана программа на языке Паскаль для численного моделирования. Предложены методы штрафных функций и градиентный метод для решения задачи оптимального управления.

Ключевые слова: химический реактор, интервальный анализ, температура, концентрация, реакция, оптимальное управление.

Введение. Рассматривается математическая модель химической реакции, протекающей в смеси из трех веществ [1-2]:

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= -\left[K_1(u) + K_2(u) + K_3(u)\right]x_1, \\ \frac{dx_2}{dt} &= K_1(u)x_1 - K_4(u)x_2, \\ \frac{dx_3}{dt} &= K_4(u)x_2 - K_5(u)x_3, \quad 0 \le t \le T. \end{aligned} \tag{1}$$

где использованы следующие обозначения:

$t_0 = 0$ – момент времени, соответствующий началу химической реакции;

T – контактное время реакции (или момент окончания реакции);

$u(t)$ – значение абсолютной температуры в рабочей области химического реактора в момент времени t;

$x_1(t)$ – концентрация исходного вещества (сырья) в момент времени t;

$x_2(t)$ – концентрация промежуточного продукта в момент времени t;

$x_3(t)$ – концентрация конечного продукта в момент времени t;

$K_i(u)$, $i = \overline{1,5}$ – интенсивности реакций, зависящие от температуры;

$u_{\max}$ – максимально возможная температура в реакторе, определяемая технологическими характеристиками реактора или условием каталитической устойчивости протекающей реакции.

В данной модели предполагается, что кинетические постоянные скорости реакции K_i, $i = \overline{1,5}$ подчиняются закону

$$K_1(u) = C_i e^{\frac{E_i}{R}\left[\frac{1}{658} - \frac{1}{u}\right]}, \quad i = \overline{1,5},$$

частотные коэффициенты C_i, $i = \overline{1,5}$ $i = \overline{1,5}$ и энергии активации E_i, $i = \overline{1,5}$, согласно [2], имеют значения

$$\begin{aligned} &C_1 = 1.02, \quad C_2 = 0.93, \quad C_3 = 0.386, \quad C_4 = 3.28, \quad C_5 = 0.084, \\ &E_1 = 16000, \quad E_2 = 14000, \quad E_3 = 15000, \quad E_4 = 10000, \quad E_5 = 15000, \end{aligned}$$

универсальная газовая постоянная имеет значение $R = 1.9865$.

Задавая определенный температурный режим протекания реакции, можно влиять на скорость ее протекания и на количество получаемого в результате нее конечного продукта. Таким образом, температура реакции может выступать в качестве управления. В дальнейшем будем считать, что температура изменяется со временем, и будем обозначать ее через $u(t)$. Следует отметить, что каков бы ни был химический реактор, абсолютная температура в нем не может опускаться ниже 0 градусов, и повышаться выше некоторого значения, которое для каждого реактора определяется его технологическими характеристиками.

Методы. Таким образом, задача управления химическим реактором состоит в нахождении оптимального температурного режима протекания реакции и оптимального контактного времени, которые обеспечивают наибольшую производительность химического реактора.

Обсуждение. В момент начала реакции в реакторе отсутствуют промежуточный продукт и конечный продукт, т.е. их концентрации равны нулю. Концентрация же исходного сырья, напротив, максимальна и равна 1. Таким образом, начальные условия имеют вид

$$x_1(0)=1, \quad x_2(0)=0, \quad x_3(0)=0. \tag{2}$$

Как уже отмечалось, температура в рабочей области реактора не может быть отрицательной и превосходить некоторого предельного значения. Таким образом, имеем ограничения на значения управления

$$0 \le u(t) \le u_{\max}, \quad \forall t \in [0,T]. \tag{3}$$

Предельно возможное значение температуры в рабочей области реактора, выбранное из условий каталитической устойчивости реакции, равно $u_{\max}=823$.

В работе [3] рассмотрена задача выбора оптимального управления химическим реактором. Однако, актуальной остается задача определения управляемости химическим реактором, т.е. существует ли управление $u(t)$, удовлетворяющее условию (3), и переводящее систему из состояния (2) в желаемое состояние

$$x_1(T)=\overline{X}_1,\ x_2(T)=\overline{X}_2,\ x_3(T)=\overline{X}_3, \tag{4}$$

за фиксированное время T [4-8].

Для решения поставленной задачи применим интервальную математику [9-12]. В работах [13-14] на основе применения интервальной математики получен критерий управляемости нестационарных линейных систем. Однако, рассматриваемая в данной работе система является нелинейной, что значительно усложняет проблему исследования.

Перепишем систему (1) в интегральной форме

$$\begin{aligned} x_1(t) &= x_1(0) - \int_0^t [K_1(u)+K_2(u)+K_3(u)]x_1 dt, \\ x_2(t) &= x_2(0) + \int_0^t [K_1(u)x_1 - K_4(u)x_2] dt, \\ x_3(t) &= x_3(0) + \int [K_4(u)x_2 - K_5(u)x_3] dt, \qquad 0 \le t \le T. \end{aligned} \tag{5}$$

Дискретизируем систему уравнений (5) с шагом h: заменим интегралы в правой части (5) рядами

$$\begin{aligned} x_1(t+h) &= x_1(t) - h[K_1(u(t))+K_2(u(t))+K_3(u(t))]x_1(t), \\ x_2(t+h) &= x_2(t) + h[K_1(u(t))x_1(t) - K_4(u(t))x_2(t)], \\ x_3(t+h) &= x_3(t) + h[K_4(u(t))x_2(t) - K_5(u(t))x_3(t)], \qquad 0 \le t \le h. \end{aligned} \tag{6}$$

Пусть представляет u собой интервал. Обозначим через $u=(-u_{\max}/2, u_{\max}/2)$ - центр интервала $\overline{u}=u_{\max}/2$ - (первое число) и радиусом $u_\varepsilon = u_{\max}/2$ [13]. Подставляя вместо $u(t)$ интервал $(\overline{u}, u_e)$ и применяя к (6) интервальную математику, получим

$$x_1(t+h) = SubIn(x_1(t), h * MultIn(FunInt([(AddIn(AddIn(K_1(u), K_2(u), K_3(u(t))]), x_1(t))),$$
$$x_2(t+h) = AddIn(x_2(t), h * SubIn([MultIn(K_1(u), x_1(t)), MultIn(K_4(u), x_2(t)])), \quad (7)$$
$$x_3(t+h) = AddIn(x_3(t), h * [SubIn(MultIn(K_4(u), x_2(t)), MultIn(K_5(u, x_3(t)])), \quad 0 \le t \le h.$$

где u – представляет собой интервальный вектор управления и, соответственно вектора состояния являются интервальными, все операции в формуле (6) – SubIn, AddIn, MultrIn – определены по правилам, определенным в работе [14]. Функция $FuncInt(u)$ также определена по правилам вычисления нелинейных интервальных функций [14]. Вычисляя по интервальным формулам (7) по времени от 0 до T, получим при $t = T$ интервальный вектор, который обозначим через $y_T = (x_1(T), x_2(T), x_3(T))$.

Результаты. Составим $\bar{x} = (\bar{X}_1, \bar{X}_2, \bar{X}_3)$, в котором элементы имеют заданные значения (4).

Теорема. Для того чтобы система (1)-(3) была управляемой достаточно, чтобы вектор $\bar{x}$ принадлежал интервальному вектору y_T.

Для численного моделирования на языке Паскаль разработана программа, реализующая вычисления предложенного критерия управляемости и арифметические операции интервального вычисления.

Численные расчеты показали, что за время $T = 1$ система (1) при выполнении ограничений (3) может быть переведена из начального состояния (2) в следующие состояния:

$$\bar{X}_1 \in (0.086, 0.090), \bar{X}_2 \in (0.059, 0.063), \bar{X}_3 \in (0.323, 0.325).$$

Обозначим правую часть системы уравнений (1) в виде $f(x,u,t) = g(x,t) + Bu$, B – постоянная (n*m)-матрица, $g(x,t)$–n-вектор, элементы которого являются непрерывно-дифференцируемыми функциями по своим аргументам.

Перепишем систему (1) в следующем виде

$$\frac{dx}{dt} = g(x,t) + Bu \quad (8)$$

Состояние системы в начальный момент времени t_0 считается известным (начальное состояние)

$$x(t_0) = x_0 \quad (9)$$

Желаемое состояние в конечный момент времени T может быть описано как фиксированное

$$x(T) = x_T \quad (10)$$

При этом момент времени T считаем фиксированным.

На количественные данные наложены естественные ограничения

$$x_i(t) \ge 0, \quad i = \overline{1,n}, \quad t \in [t_0, T]. \quad (11)$$

Для оценки качества работы системы выбран следующий критерий:

$$J = \int_{t_0}^{T} \left[u^*(t) R_0 u(t) + (x(t) - g(t))^* R_1 (x(t) - g(t))\right] dt \quad (12)$$

В функционале (12) R_0 – положительно-определенная *m*x*m*-матрица, R_1 – неотрицательно-определенная *n*x*n*-матрица.

Заключение. Рассматривается задача оптимального управления с фазовыми ограничениями (11), ограничениями на управление (3) с закрепленными концами (10).

На настоящее время решение подобных задач содержит ряд математических затруднений.

В этой связи для практического решения задачи оптимального управления используется метод штрафных функций и градиентный метод [15].

Для учета фазовых ограничений (11) и ограничений на конец траектории (10) введем функции штрафа $\Phi_{1k} = M_{k1}\sum_{i=1}^{n}\int_{t_0}^{T}\left[\max\{x_i(t);0\}\right]^2 dt$ и $\Phi_{2k} = M_{k2}\sum_{i=1}^{n}\left[x(T)-x_T)\right]^2$, где $\{M_{k1}\},\{M_{k2}\}$ некоторые заданные положительные последовательности, стремящиеся к бесконечности.

Построим новый функционал

$$J_k = \int_{t_0}^{T} \{u^*(t)R_0u(t) + (x(t)-g(t))^* R_1(x(t)-g(t)) +$$

$$+ M_{k1}\left[\max\{x_i(t);0\}\right]^2\}dt + M_{k2}\sum_{i=1}^{n}\left[x(T)-x_T)\right]^2$$

Заменим исходную задачу следующей: для заданного к найти оптимальное управление, минимизирующее функционал J_k при ограничениях (3), (9) и (11). Полученная задача является задачей оптимального управления со свободным правым концом и ограничением на управления. Для нее составим функцию Гамильтона

$$H_k = u^*(t)R_0u(t) + (x(t)-g(t))^* R_1(x(t)-g(t)) +$$
$$+ M_{k1}\left[\max\{x_i(t);0\}\right]^2 + (g(x,t)+Bu(t))^*\psi_k$$

Предлагается следующий алгоритм решения.

Шаг 1. Пусть $k = 0$.

Шаг 2. Вычисляется оптимальное управление для -ой итерации

$$u_k = \begin{cases} -L & если \quad R_0^{-1}B\psi_k < 0 \\ R_0^{-1}B\psi_k & если \quad 0 \le R_0^{-1}B\psi_k \le u_{\max} \\ L & если \quad R_0^{-1}B\psi_k > u_{\max} \end{cases} \tag{13}$$

где Ψ_k– решение сопряженной системы дифференциальных уравнений

$$\frac{d\psi_k}{dt} = -(\frac{\partial g}{\partial x})^*\psi_k - 2R_1(x_k(t)-g(t)) + M_{k1}\left[\max\{x_{ki}(t);0\}\right] \tag{14}$$

с условием на конце

$$\Psi_k(T) = 2M_{k2}\sum_{i=1}^{n}[x_k(T) - x_T]. \tag{15}$$

и x_k – решение исходной системы (8) при начальных условиях (9).

Шаг 3. При найденных x_k и u_k вычисляется значение функционала J_k.

Шаг 4. Если $\left|J_k - J_{k-1}\right| \leq \varepsilon$ то переход к шагу 5, иначе $k = k + 1$ и переход к шагу 2. (Здесь $\varepsilon > 0$- требуемая точность вычисления).

Шаг 5. Найденная пара (x_k, u_k) является оптимальным решением.

Работа выполнена за счет средств грантового финансирования научных исследований на 2018-2020 годы по проекту AP05131027 «Разработка биометрических методов и средств защиты информации».

ЛИТЕРАТУРА

[1] Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. – М.: Химия, 1976. – 464 с.

[2] Кафаров В.В., Глебов С.А. Математическое моделирование основных процессов химических производств. – М.: Высшая школа, 1991. – 429 с.

[3] Айсагалиев С.А., Кабидолданова А.А., Оспанова М.К. К теории оптимального управления химическим реактором // Известия НАН РК. Серия физико-математическая, 2003. – № 5. – С. 53-61.

[4] Воронов А.А. Устойчивость, управляемость, наблюдаемость. – М.: Наука, 1979. – 336 с.

[5] Емельянов С.В., Коровин С.К. и др. Математические методы теории управления. Проблемы устойчивости, управляемости и наблюдаемости. – М.: Физматлит, 2014. – 200 с.

[6] Воскресенский Е.В. Управляемость и синтез управления нелинейных систем // Известия ВУЗов. Математика. – 2009. – № 10. – С. 3-13.

[7] Львова Л.Л. Условия управляемости нелинейных систем с параметром // Вестник ТГУ. – 2000. – Т. 5. Вып. 4. – С. 475-476.

[8] Давыдов А.А., Закалюкин В.М. Управляемость нелинейных систем: типичные особенности и их устойчивость // Успехи матем. наук. – 2012. – Т. 67. Вып. 2 (404). – С. 65-92.

[9] Шокин Ю.И. Интервальный анализ. – Новосибирск: Наука, 1986. – 224 с.

[10] Алефельд Г., Херцберген Ю. Введение в интервальные вычисления. – М.: Мир, 1987. – 360 с.

[11] Назаренко Т.И., Марченко Л.В. Введение в интервальные методы вычислительной математики: Учеб. пособие. – Иркутск: Издательство Иркутского университета, 1982. – 108 с.

[12] Калмыков С.А., Шокин Ю.И., Юлдашев З.Х. Методы интервального анализа. – Новосибирск: Наука, 1986. – 224 с.

[13] Мазаков Т.Ж., Джомартова Ш.А. Применение интервального анализа в практических вычислениях // Вычислительные технологии, 2002 № 4(32) - С. 230-234.

[14] Мазаков Т.Ж., Жанабаев Е.З., Джомартова Ш.А. Критерий управляемости нестационарных линейных систем // Вестник МО и НАН РК №1, 2003 - С. 106-110.

[15] Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. – М.: Наука, 1980. – 400 с.

Джомартова Ш.А., Карымсакова Н.Т., Турсынбай А.Т., Жолмагамбетова Б.Р.

Химиялық реакторды басқару үшін аралық талдауды қолдану

Түйіндеме. Мақала химиялық реакторды басқару үшін аралық талдауды қолдануға арналған. Бұл жұмыста химиялық реактордың басқару қабілетін анықтау міндетінің өзектілігі көрсетілген. Сондай-ақ, химиялық реакцияның математикалық моделі қарастырылған. Бұл модель жиілік коэффициенттері мен активация энергиясы тұрақты мәндерге ие болатын заңмен құрылған. Мақалада химиялық реакторды оңтайлы басқаруды таңдау мәселесі де қарастырылған. Сандық модельдеуге арналған Паскаль тілінде бағдарлама жасалынған. Функцияның тиімді әдістері және оңтайлы басқару есебін шешудің градиенттік әдісі ұсынылған.

Түйінді сөздер: химиялық реактор, аралық талдау, температура, концентрация, реакция, оңтайлы басқару.

УДК 622.765.061.2

T.S. Kanaly[1], Ye.K. Yessengarayev[1.2], Sh.A. Telkov[1]
([1]Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

[2] Branch of RSE "NC CPMRM RK" State Scientific Production Association of Industrial Ecology "Kazmekhanobr", Almaty, Kazakhstan. E-mail: mr_temirbek_ks@mail.ru)

APPLICATION OF A REAGENT FROM AN ORGANIC PRODUCT FOR FLOTATION TREATMENT OF GOLD-CONTAINING ORE

Abstract. The results of laboratory studies on the use of an organic product obtained from rice husk as a foaming agent for flotation processing of gold-containing ore from one of the deposits of Kazakhstan are presented. The possibility of replacing traditional reagents used in existing factories with an organic blowing agent that has not previously been used in the ore ore processing flow chart is shown.

Key words: rice husk, flotation reagent, organic product, gold ore, flotation, collector, foaming agent.

Т.С. Каналы[1], Е.К. Есенгараев[1,2], Ш.А. Телков[1]
([1]Satbayev University, Алматы, Казахстан
[2]Филиал РГП «НЦ КПМС РК» Государственное научно-производственное объединение промышленной экологии «Казмеханобр», Алматы, Казахстан. mr_temirbek_ks@mail.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ РЕАГЕНТА ИЗ ОРГАНИЧЕСКОГО ПРОДУКТА ДЛЯ ФЛОТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ

Аннотация. Приведены результаты лабораторных исследований по применению в качестве вспенивателя органического продукта полученного из рисовой шелухи, для флотационного обогащения золотосодержащей руды одного из месторождений Казахстана. Показана возможность замены традиционных реагентов, применяемых на действующих фабриках, на органический вспениватель, который ранее не использовался в технологической схеме переработки руды.

Ключевые слова: рисовая шелуха, флотореагент, органический продукт, золотосодержащая руда, флотация, собиратель, вспениватель.

Введение. Флотационными реагентами называют такие вещества, добавление которых в пульпу делает возможным флотационное разделение минералов или облегчает это разделение. Современная технология флотации в значительной мере определяется правильным подбором ассортимента, расхода и характера дозировки флотационных реагентов. Изучение флотируемости минералов, их селективного отделения от других, главным образом связано с отработкой реагентного режима флотации. Для изучения флотируемости минералов в качестве флотационных реагентов необходимо использовать чистые химические вещества. Вместе с тем иногда необходимость заставляет употреблять технические продукты, состав которых должен предварительно анализироваться. Подробные сведения о синтезе и анализе флотационных реагентов приводится в работе [1].

Среди огромного разнообразия отходов сырья растительного происхождения особое внимание привлекают отходы рисопереработки - рисовая шелуха (РШ). И не только в силу большого ежегодно образующегося их количества (в мире до 200 млн. тонн в год), но и вследствие особенностей состава - наличия высокого содержания диоксида кремния и связанного с ним углерода. Поэтому рисовая шелуха является уникальным сырьевым источником для получения различных кремнеуглеродных и органических продуктов (ОП), которые являются аналогами (по применению) технического углерода и белой сажи, органических дезинфекатов, флотореагентов, стимуляторов роста, производимых из техногенного природного сырья, а также для получения кремния повышенной чистоты. [2]

Научные исследованиями по замене природного углеводородного сырья -сырьем растительного происхождения, в том числе рисовой шелухой, с целью получения углеродных материалов проводятся уже более 100 лет и на эту тему опубликованы десятки монографий и сотни статей и патентов [3-5]. Предложены десятки путей переработки рисовой шелухи, предусматривающие ее применение как топлива, компонента строительных материалов и наполнителей, получение из нее сорбентов, карбидокремниевых и кремниевых материалов и другие [6-9]. Однако до настоящего времени нет ни одного технического решения и не создано нигде в мире ни одного производства по комплексной и безотходной переработке рисовой шелухи.

Утилизация отходов рисопроизводства является насущной проблемой всех рисосеющих стран. Только в Казахстане ежегодно производится до 90 тыс. тонн рисовой шелухи. Вследствие особенностей состава последней – наличия в ней органических полимеров целлюлозы (51%), лигнина (26%), а также диоксида кремния (15%), она является уникальным сырьевым источником для получения различных неорганических и органических продуктов.

В лаборатории кремнеуглеродных композитов РГП «НЦ КПМС РК» разработана безотходная технология переработки рисовой шелухи, предполагающая карбонизацию подготовленного сырья без доступа воздуха в атмосфере собственных парогазов при температуре 600 ^{0}С. В результате деструкции органических полимеров образуется твердый продукт – кремнеуглерод, органический конденсат (жижка), представляющий собой жидкость светло-коричневого цвета с характерным запахом, в которой водонерастворимая часть представлена – смоляными маслами. Изучение вещественного состава жижки экстракционными и хроматографическими методами анализа показало, что она является водным раствором алифатических и ароматических кислот, фенолов, спиртов, кетонов и ряда гетероциклических соединений. Такой групповой состав органического продукта обозначил перспективы использования его в качестве флотореагентов универсального действия в процессах флотации полиметаллических руд, так как практика флотации показывает, что сочетание различных соединений во флотореагентах улучшает технологические показатели процесса, увеличивая извлечение минерала в пенный продукт.

Установлено, что вещественный состав органических продуктов, полученных при пиролизе рисовой шелухи и лигнина, практически одинаков, а различаются только количеством диагностируемых соединений. Очевидно, это связано с содержанием целлюлозной компоненты в исходном продукте. В рисовой шелухе ее количество в два раза больше, чем лигнина (51 % против 26 %), поэтому органический продукт обогащен водой и уксусной кислотой при суммарном количестве 50 %.

При флотации свинцово-цинковых руд с использованием органического продукта, полученного в процессе пиролиза лигнинной составляющей рисовой шелухи, было установлено, что подача его в дополнение к стандартному реагентному режиму в свинцовую флотацию существенно повышает показатели, как по качеству свинцового концентрата, так и по извлечению свинца. Таким образом, он проявляет себя как высокоселективный коллектор по отношению к минералам свинца. Одновременно были отмечены его хорошие вспенивающие способности [10-14].

Авторами статьи выполнены исследования по флотационному обогащению золотосодержащей руды одного из месторождений Восточного Казахстана с применением в качестве вспенивателя (ОП).

Методы. Изучение вещественного состава выполнено с использованием минералигического, химического и пробирного анализов.

По результатам пробирного анализа содержание золота составило 1,76 г/т, серебра 8,76 г/т. Химическим анализом установлено, что вредные примеси в виде сурьмы практически отсутствует, содержание мышьяка составило 0,22%.

В соответствии с известной классификацией проведено определение типа руды по количеству сульфидной серы ($S_{общ.}$1,43%). Согласно этому руда отнесена к малосульфидной руде смешанного (переходного - по степени окисления серы) типу руды.

По результатам минералогического анализа основным промышленно-ценным минералом является золото. Сопутствующие минералы – пирит 2,2-2,5%, арсенопирит - порядка 0,5%, около 1% приходится на долю оксидов железа, в знаковых значениях присутствуют минералы меди – халькопирит, халькозин, ковеллин, а также галенит, сфалерит, блеклая руда.

Тесты по флотации руды выполнены на стандартном лабораторном оборудовании. Использовались флотомашины марки ФМЛ-240 с объемом камер 3,0 л. В качестве собирателя использовали амиловый ксантогенат калия (PAX), который является достаточно сильным коллективным собирателем. В качестве вспенивателя для сравнения с органическим продуктом (ОП) применяли метилизобутилкарбинол (МИБК).(рисунок 1).

Рис. 1. Фотография использованных флотореагентов

Результаты. Крупность частиц золота значительно влияет на флотируемость. Предельный размер флотируемых золотин зависит от их формы, структуры, плотности пульпы, характера пены, конструкции флотомашины [15]. Первоначально был выполнен флотационный тест при различной крупности руды, время флотации 27 минут; расход PAX 300 г/т; расход ОП 4 л/т (таблица 1, рисунок 2).

Таблица 1. **Показатели флотации при различной крупности руды**

Продукты	Время флотации, минут	Выход, %	Содержание Au, г/т	Распределение Au, %
70% класса -0,071 мм				
Концентрат основной флотации	7	5,61	15,44	48,41
Концентрат контрольной флотации	20	6,11	6,00	20,50
Хвосты		88,28	0,63	31,09
Руда	27	100,00	1,79	100,00
80% класса -0,071 мм				
Концентрат основной флотации	7	6,67	15,85	57,90
Концентрат контрольной флотации	20	6,57	4,83	17,38
Хвосты		86,76	0,52	24,72
Руда	27	100,00	1,83	100,00
90% класса -0,071 мм				
Концентрат основной флотации	7	7,01	13,88	56,02
Концентрат контрольной флотации	20	7,56	4,12	17,92
Хвосты		85,43	0,53	26,06
Руда	27	100,00	1,74	100,00

Увеличение степени помола руды приводит к небольшому повышению извлечения золота. При крупности измельчения 80 % класса -0,071 мм достигается наиболее высокое извлечение золота, во флотоконцентраты, которое, составило 75,28 % при выходе 13,24 %. Содержание золота в концентрате основной флотации составило 15,85 г/т.

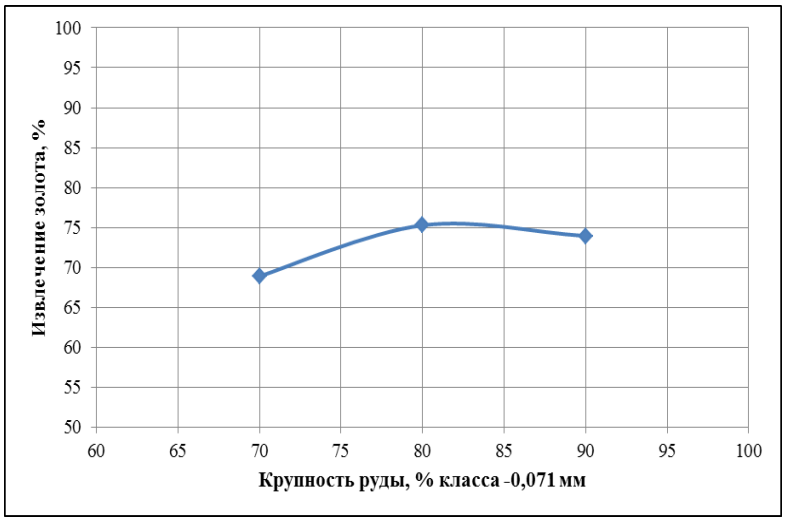


Рис. 2. Влияние крупности руды на показатели обогащения

Дальнейшие сравнительные тесты проводили при крупности измельчения 80% класса – 0,071 мм.

В следующей серии опытов изучали влияние ОП используемого в качестве вспенивателя при различном расходе на показатели флотации. Полученные результаты сравнивали с показателями, получаемыми при использовании в качестве вспенивателя МИБК (таблица 2).

Таблица 2. **Сравнительные показатели флотационного обогащения с вспенивателями ОП и МИБК**

Продукты	Время флотации, мин	Выход, %	Содержание Au, г/т	Распределение Au, %
Расход ОП 2 л/т				
Концентрат основной флотации	7	3,94	20,74	47,50
Концентрат контрольной флотации	20	7,30	5,93	25,16
Хвосты		88,76	0,53	27,34
Руда	27	100,00	1,72	100,00
Расход ОП 4 л/т				
Концентрат основной флотации	7	7,24	14,67	60,94
Концентрат контрольной флотации	20	6,57	2,62	9,88
Хвосты		86,19	0,59	29,18
Руда	27	100,00	1,74	100,00
Расход ОП 6 л/т				
Концентрат основной флотации	7	7,84	15,23	64,55
Концентрат контрольной флотации	20	7,98	3,47	14,97
Хвосты		84,18	0,45	20,48
Руда	27	100,00	1,85	100,00
Расход МИБК 90 г/т				
Концентрат основной флотации	7	8,19	14,10	60,77
Концентрат контрольной флотации	20	7,37	3,24	12,57
Хвосты		84,44	0,60	26,66
Руда	27	100,00	1,90	100,00

Полученные результаты (таблица 2) показывают, что с увеличением расхода вспенивателя из органического продукта повышается извлечение золота в концентрат с 70,82 до 79,52%.

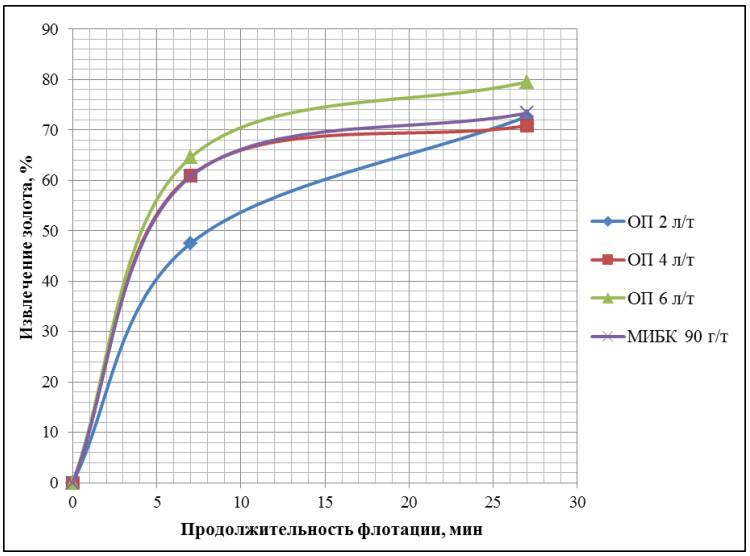


Рис. 3. Зависимость извлечения золота от продолжительности флотации

Обсуждение. По результатам сравнительных показателей, руда хорошо обогащается флотацией с использованием органического продукта. При замене стандартного вспенивателя на органический продукт, полученный при пиролизе рисовой шелухи, происходит прирост извлечения золота на 6%. Определено что, в оптимальном режиме при крупности измельчения 80% класса -0,071 мм и расходе реагентов: собирателя – амиловый ксантогенат калия 300 г/т и вспенивателя – органического продукта 6 л/т, при времени основной флотации 7 мин и контрольной флотации 20 мин получен концентрат основной флотации с содержанием золота 15,23 г/т (выход концентрата 7,84%). Хвосты флотационного обогащения содержат 0,45 г/т золота. Суммарное извлечение золота в концентраты (основной и контрольной флотации) составило 79,52%.

На основании изложенного, исследования по использованию органического продукта от рисовой шелухи, в качестве вспенивателя при флотации золотосодержащей руды показали его конкурентоспособность по отношению к традиционно применяемому флотореагенту МИБК. Предлагаемый продукт является перспективным, так как он получен из отходов рисового производства и может производиться в Республике Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бергер Г. С. Флотируемость минералов государственное научно-техническое издательство литературы по горному делу. – Москва: 1962. – 67 с.

[2] Сухарников Ю.И., Ефремова С.В., Бунчук Л.В., Терликбаева А.Ж., Джусупов С.А., Савченко А.М. Об использовании кремнеуглеродного продукта переработки рисовой шелухи в производстве композитов, машиностроении и металлургии. // 3 международная научная экологическая конференция, Кубанский Государственный аграрный университет, г. Краснодар, 2013.

[3] Сухарников Ю.И., Жарменов А.А., Ефремова С.В., Бунчук Л.В., Джусупов С.А., Савченко А.М. Перспективные материалы из отходов рисопереработки и их применение в различных областях техники и сельского хозяйства. // Промышленность Казахстана № 4. Алматы 2013, С. 82-86.

[4] Сухарников Ю.И., Анарбеков К.К., Кабланбеков А.А., Есенгараев Е.К. Подготовка шихтовых материалов на основе продуктов переработки рисовой шелухи для выплавки кремния повышенной чистоты. // Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития горно-металлургической отрасли», г. Караганда, 17 сентября 2013 г.

[5] Сухарников Ю.И., Жарменов А.А., Ефремова С.В., Бунчук Л.В., Джусупов С.А., Савченко А.М. Технологические и технические решения проблемы комплексной переработки рисовой шелухи. // Труды РГП «НЦ КПМС РК», 2013, С. 641-663.

[6] Щибря А.Ю. Эффективный теплоизоляционный материал из поризованного арболита на рисовой лузге: автореферат: 05.23.05. – Ростов-на-Дону, 2000. – 20 с.

[7] Нгуен Тиен Хоа. Высококачественный бетон с использованием золы рисовой шелухи в условиях жаркого влажного климата Вьетнама: автореферат: 05.23.05. – М., 2005. – 17 с.

[8] Патент 2191158 Российской Федерации. Реферат Способ подготовки рисовой шелухи для получения высокочистого диоксида кремния. Виноградов В.В., Виноградова Е.П.; опубл. 20.10.02, Бюл. № 29. – С. 315.

[9] Земнухова Л.А., Сергиенко В.И., Давидович Р.Л. и др. Получение ксилита и аморфного диоксида кремния из рисовой шелухи // Вестник ДВО РАН, 1996. - № 3. – С. 82-87.

[10] Есенгараев Е. К., Сухарников Ю.И., Телков Ш.А., Хайруллина С.Т. Флотореагент для обогащения полиметаллических руд Казахстана на основе органического продукта пиролиза рисовой шелухи. // Вестник КазНТУ №1 (107) Алматы, 2017, С. 330.

[11] Патент 17867 РК. Способ термической переработки рисовой шелухи и ее лигнинных остатков. Сухарников Ю.И, Ефремова С.В. опубл 16.10.2006, бюл №10.

[12] Никонов Г.К., Бурковская Л.Ф., Артамонова Н.А. и др. Химический состав и биологическая активность продуктов пиролиза рисовой шелухи. // Гидролизная и лесохимическая промышленность. - № 7 – 1990. – С.18-19.

[13] Ефремова С.В. Физико-химические основы и технология термической переработки рисовой шелухи. // Алматы, 2011, С. 50-100.

[14] Еремин Ю.П, Зайцев В.Г, Хайруллина С.Т, Денисова Н.В, и др. Теория и технология обогащения природного и техногенного минерального сырья. Комплексная переработка минерального сырья Казахстана - состояние, проблемы, решения, Том 2. Алматы, 2008, С.464.

[15] Бочаров В.А., Игнаткина В.А., Юшина Т.И. Флотационное обогащение полезных ископаемых. – Москва: – 2017. - 246 с.

Каналы Т.С., Есенгараев Е.К., Телков Ш.А.

Алтынқұрамды кендерді флотациалық байыту үшін органикалық өнімнен реагентті қолдану

Аңдатпа. Күріш қауызынан алынған органикалық өнімді Қазақстан кен орындарының бірінен құрамында алтыны бар кенді флотациялық өңдеуде көбіктендіргіш ретінде пайдалану жөніндегі зертханалық зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Қолданыстағы зауыттарда қолданылатын дәстүрлі реагенттерді руданы қайта өңдеу кестесінде бұрын қолданылмаған органикалық үрлеуші затқа алмастыру мүмкіндігі көрсетілген.

Кілт сөздер: күріш қауызы, флотациялық реагент, органикалық өнім, алтын кені, флотация, жинағыш, көбіктендіргіш.

УДК 621.39.075

A.Y.Kuttybayeva, Y.T. Kuntugan
(Satbayev University, Kazakhstan, Almaty. sultan.kuntugan@mail.ru)

THE STUDY OF THE CAPACITY OF THE SATELLITE AND OPTICAL CHANNEL

Abstract: This article discusses a satellite communications system. The types of frequency ranges are considered. The types of integrated communication networks are considered. The types of orbits are considered. An example of spatial diversity reception is considered. A satellite communication scheme is presented.

Key words: satellite communications, frequency ranges, satellite repeaters, regenerative satellite, geostationary orbit, optical channel, integrated communication networks, spatial diversity reception.

А.Е. Құттыбаева, Е.Т. Кунтуган
(Satbayev University , Казахстан, Алматы. sultan.kuntugan@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СПУТНИКОВОГО И ОПТИЧЕСКОГО КАНАЛА

Аннотация. В статье рассматривается система спутниковой связи. Рассмотрены виды частотных диапазонов. Рассмотрены виды интегрированных сетей связи. Рассмотрены виды орбит. Рассмотрен пример пространственного разнесенного приема, приведена схема спутниковой связи.

Ключевые слова. спутниковая связь, частотные диапазоны, спутниковые ретрансляторы, регенеративный спутник, геостационарная орбита, оптичесикй канал, интегрированные сети связи, пространственный разнесенный прием.

Спутниковая связь — один из видов космической радиосвязи, основанный на использовании в качестве ретрансляторов искусственных спутников Земли, как правило специализированных спутников связи. Спутниковая связь осуществляется между земными станциями, которые могут быть как стационарными, так и подвижными.

Обмен информацией производится по каналам передачи информации. Пропускная способность канала — максимальная скорость передачи информации по каналу связи в единицу времени.

Пропускная способность канала равна количеству информации, которое может передаваться по нему в единицу времени.

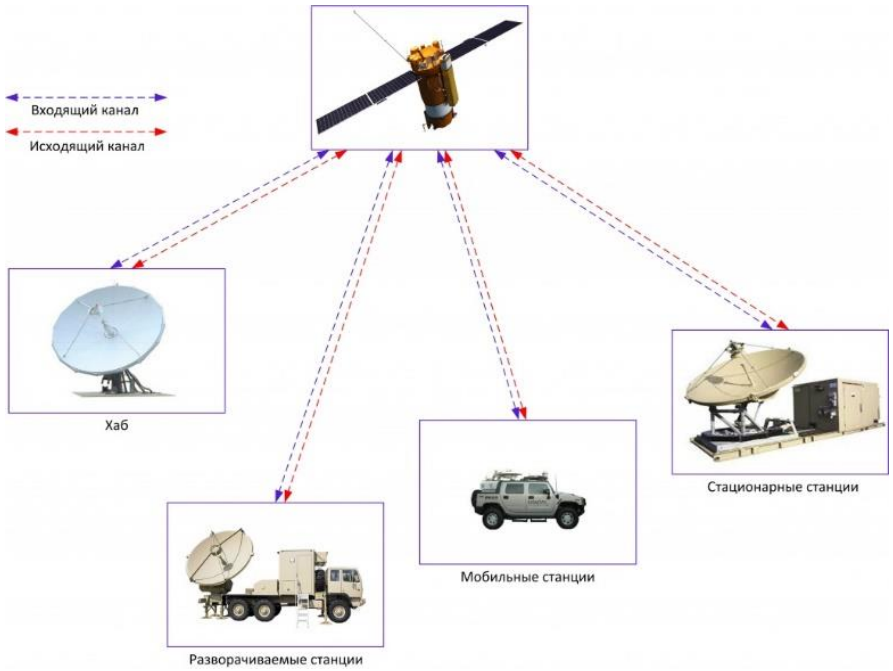


Рис. 1. Система спутниковой связи

Выбор частоты для передачи данных от земной станции к спутнику и от спутника к земной станции не является произвольным. От частоты зависит, например, поглощение радиоволн в атмосфере, а также необходимые размеры передающей и приёмной антенн. Частоты, на которых происходит передача от земной станции к спутнику, отличаются от частот, используемых для передачи от спутника к земной станции.

L 1,5 ГГц Подвижная спутниковая связь; S 2,5 ГГц Подвижная спутниковая связь; C 4 ГГц, 6 ГГц Фиксированная спутниковая связь; X. Для спутниковой связи рекомендациями ITU-R частоты не определены. Для приложений радиолокации указан диапазон 8-12 ГГц. Фиксированная спутниковая связь; Ku 11 ГГц, 12 ГГц, 14 ГГц Фиксированная спутниковая связь, спутниковое вещание; K 20 ГГц Фиксированная спутниковая связь, спутниковое вещание; Ka 30 ГГц Фиксированная спутниковая связь, межспутниковая связь.

Спутниковые ретрансляторы могут быть нерегенеративными и регенеративными. Нерегенеративный спутник, приняв сигнал от одной земной станции, переносит его на другую частоту, усиливает и передает другой земной станции. Спутник может использовать несколько независимых каналов, осуществляющих эти операции, каждый из которых работает с определённой частью спектра (эти каналы обработки называются транспондерами).

Регенеративный спутник дополнительно производит демодуляцию принятого сигнала и заново модулирует его. Благодаря этому ,исправление накапливающихся в процессе передачи ошибок производится дважды: на спутнике и на приёмной земной станции. Недостаток этого метода — сложность (а значит, гораздо более высокая цена спутника), а также увеличенная задержка передачи сигнала.

Орбиты, на которых размещаются спутниковые ретрансляторы, подразделяют на три класса:

экваториальные,

наклонные,

полярные.

Важной разновидностью экваториальной орбиты является геостационарная орбита, на которой спутник вращается с угловой скоростью, равной угловой скорости Земли, в направлении, совпадающем с направлением вращения Земли. Очевидным преимуществом геостационарной орбиты является то, что приёмник в зоне обслуживания «видит» спутник постоянно практически в одной и той же точке.

Виды интегрированных сетей связи

В качестве спутниковых сетей связи возможно использовать сети, построенные на базе геостационарных спутников-ретрансляторов (GEO), а также низко- и среднеорбитальных космических аппаратов (LEO, MEO). При использовании геостационарных спутников-ретрансляторов возможны два варианта построения ССС:

- с использованием наземного сегмента с мощными шлюзами ССС

(рисунок 2а) для реализации линий связи с большой пропускной способностью;

- с использованием в наземном сегменте сети оборудования пользователей VSAT для реализации линий связи средней и малой пропускной способности (рисунок 2б).

Альтернативой двум предыдущим вариантам является ССС на базе низкоорбитальных ССС, по структурному построению очень похожая на два предыдущих варианта (рисунки 2а и 2б). Преимуществом этого варианта, с точки зрения реализации качества предоставления интегральных услуг связи, является обеспечение низкой задержки распространения сигналов. Для реализации интерактивного обмена (видеоконференцсвязь, мультимедиа, системы оперативного управления), который возможен только при обеспечении низких задержек распространения сигналов, необходимо использовать негеостационарные системы связи.

геостационарная орбита одна, и ёмкость её, определяемая длиной окружности орбиты, поделённой на размеры спутников с учётом «интервалов безопасности» между ними, конечна. Поэтому все спутники, которые хотелось бы, вывести на неё невозможно. Другим её недостатком является большая высота (35 786 км), а значит, и большая цена вывода спутника на орбиту. Современные спутники, работающие на геостационарной орбите, имеют достаточно высокую точность удержания в заданной точке.

Наклонная орбита позволяет решить эти проблемы, однако, из-за перемещения спутника относительно наземного наблюдателя необходимо запускать не меньше трёх спутников на одну орбиту, чтобы обеспечить круглосуточный доступ к связи.

Полярная орбита — это предельный случай наклонной орбиты (с наклонением 90º).

При использовании наклонных орбит земные станции оборудуются системами слежения, осуществляющими наведение антенны на спутник и его сопровождение.

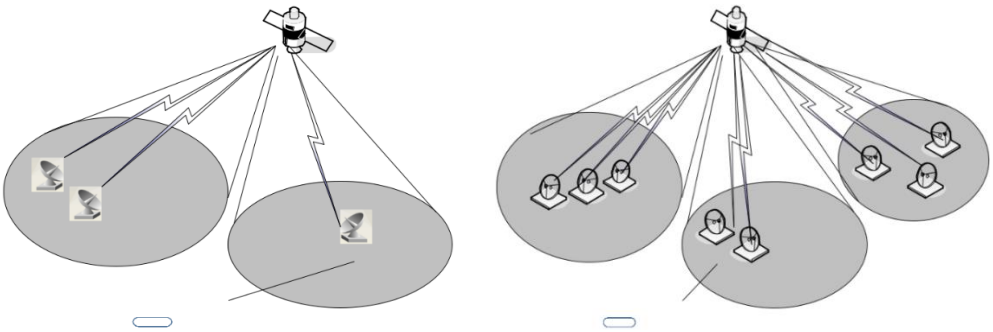


Рис. 2. а) применение ГССС для связи между земными региональными станциями
б) применение ГССС для связи между VSAT-терминалами

Наиболее просто реализуется пространственный метод разнесенного приема с реализацией схемы авто выбора, отдельные варианты которого показаны на рисунке. В этом случае в качестве основной приемной антенны мегаполиса или небольшого города выбирается та, уровень приемного сигнала которой в данный момент времени максимален.

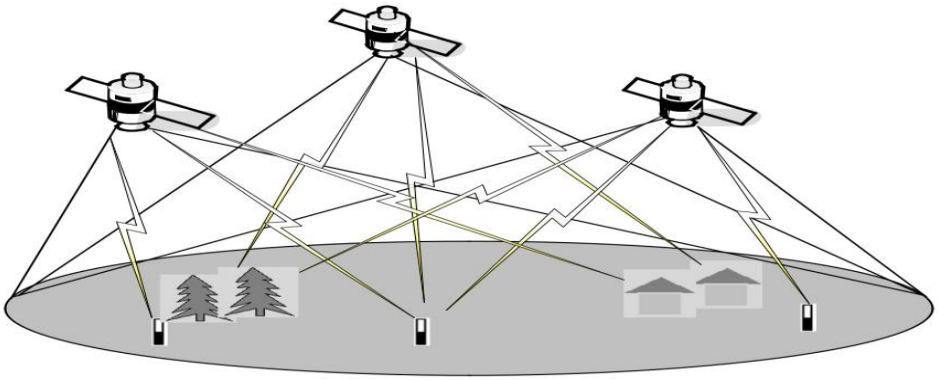


Рис. 3. Пример пространственного разнесенного приема

ЛИТЕРАТУРА

[1] Нейман В.И. Дальнейшая интеграция сетей связи//Электросвязь. - №6. 2007. – 369с.
[2] Спирин А. А. Статья: Введение в технику волоконно-оптических сетей.2007г.-278с.
[3] Сайт http:// vimcom.ru/optic /
[4] Гроднев И.И. Волоконно-оптические линии связи. - М.: Радио и Связь, 1990.-346с.
[5] Скляров О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. - М.: Лань, 2010.-389с.
[6] Конин В.В. Спутниковые системы и технологии. – М.: Оборонгиз, 2002.-479с.
[7] Сайт http://www.teralink.ru
[8] Спутниковая связь и вещание. Коллектив ООО «Гротеск», 2009.-175с.

Куттыбаева А.Е., Кунтуган Е.Т.

Спутниктік және оптикалық арнаның өткізу қабілеттілігін зерттеу

Түйіндеме: Бұл мақалада жерсеріктік байланыс жүйесі қарастырылды. Жиілік диапазондарының түрлері қарастырылды. Интегралды байланыс желілерінің түрлері қарастырылды. Орбита түрлері қарастырылды. Кеңістіктік әртүрлілікті қабылдау мысалы қарастырылды, спутниктік байланыс схемасы ұсынылған.

Кілттік сөздер: спутниктік байланыс, жиілік диапазондары, спутниктік ретрансляторлар, регенеративті спутник, геостационарлық орбита, оптикалық канал, біріктірілген байланыс желілері, кеңістіктік әртүрлілікті қабылдау.

УДК 621.39.075

A.Y. Kuttybayeva, T.R. Toltayeva
(Satbayev University, Kazakhstan, Almaty. togzhan.1997@inbox.ru)

THE RESEARCH OF NOISE IMMUNITY OF SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS

Abstract. This article discusses satellite navigation systems. The GLONASS navigation system is considered. Reviewed GPS navigation system. The noise immunity of the communication system is considered. At the end is a diagram of a satellite navigation system.

Key words. satellite navigation systems, navigation system, GLONASS, GPS, NAVSTAR, noise immunity of the communication system.

А.Е. Құттыбаева, Т.Р.Төлтаева
(Satbayev University, Kazakhstan, Almaty. togzhan.1997@inbox.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ В СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Аннотация. В статье рассматриваются спутниковые системы навигации. Рассмотрена навигационная сисетма ГЛОНАСС. Расммотрена навигационная система GPS. Рассмотрена помехоустойчивость системы связи. В конце приведена схема спутниковой навигационной системы.

Ключевые слова. спутниковые системы навигации, навигационная система, ГЛОНАСС, GPS, NAVSTAR, помехоустойчивость системы связи.

Современная спутниковая навигация основывается на использовании принципа беззапросных дальномерных измерений между навигационными спутниками и потребителем. Это означает, что потребителю передается в составе навигационного сигнала информация о координатах спутников. Одновременно (синхронно) производятся измерения дальностей до навигационных спутников. Способ измерений дальностей основывается на вычислении временных задержек принимаемого сигнала от спутника по сравнению с сигналом, генерируемым аппаратурой потребителя.

Для функционирования навигационных спутниковых систем необходимы данные о параметрах вращения Земли, фундаментальные эфемериды Луны и планет, данные о гравитационном поле Земли, о моделях атмосферы, а также высокоточные данные об используемых системах координат и времени.

Геоцентрические системы координат - системы координат, начало которых совпадает с центром масс Земли. Их также называют общеземными или глобальными.

Для построения и поддержания общеземных систем координат используются четыре основных метода космической геодезии:

радиоинтерферометрия со сверхдлинной базой (РСДБ),

лазерная локация космических аппаратов (SLR),

доплеровские измерительные системы (DORIS),

навигационные измерения космических аппаратов ГЛОНАСС и других ГНСС.

Спутниковая система навигации (англ. Global Navigation Satellite System, GNSS, ГНСС) — система, предназначенная для определения местоположения (географических координат) наземных, водных и воздушных объектов. Спутниковые системы навигации также позволяют получить скорости и направления движения приёмника сигнала. Кроме того, могут использоваться для получения точного времени. Такие системы состоят из космического оборудования и наземного сегмента (систем управления). В настоящее время только две спутниковые системы обеспечивают полное покрытие и бесперебойную работу для всего земного шара — GPS и ГЛОНАСС.

Спутники ГЛОНАСС находятся на средневысотной круговой орбите на высоте 19 400 км с наклонением 64,8° и периодом 11 часов 15 минут. Такая орбита оптимальна для использования в высоких широтах (северных и южных полярных регионах), где сигнал GPS плохо ловится. Спутниковая группировка развёрнута в трёх орбитальных плоскостях, с 8 равномерно распределёнными спутниками в каждой. Для обеспечения глобального покрытия необходимы 24 спутника, в то время как для покрытия территории России необходимы 18 спутников. Сигналы передаются с направленностью 38° с использованием правой круговой поляризации, мощностью 316—500 Вт (EIRP 25-27 dBW).

Для определения координат приёмник должен принимать сигнал как минимум четырёх спутников и вычислить расстояния до них. При использовании трёх спутников определение координат затруднено из-за ошибок, вызванных неточностью часов приёмника.

GPS состоит из трёх основных сегментов: космического, управляющего и пользовательского. Спутники GPS транслируют сигнал из космоса, и все приёмники GPS используют этот сигнал для вычисления своего положения в пространстве по трём координатам в режиме реального времени.

Космический сегмент состоит из 32 спутников, вращающихся на средней орбите Земли.

Управляющий сегмент представляет собой главную управляющую станцию и несколько дополнительных станций, а также наземные антенны и станции мониторинга, ресурсы некоторых из упомянутых являются общими с другими проектами.

Пользовательский сегмент представлен приёмниками GPS, находящихся в ведении государственных институтов, и сотнями миллионов приёмных устройств, владельцами которых являются обычные пользователи.

Спутниковая группировка системы NAVSTAR обращается вокруг Земли по круговым орбитам с одной высотой и периодом обращения для всех спутников. Круговая орбита с высотой около 20 200 км (радиус орбиты около 26 600 км) является орбитой суточной кратности с периодом обращения 11 часов 58 минут; таким образом, спутник совершает два витка вокруг Земли за одни звёздные сутки (23 часа 56 минут). Наклонение орбиты (55°) является также общим для всех спутников системы. Единственным отличием орбит спутников является долгота восходящего узла, или точка, в которой плоскость орбиты спутника пересекает экватор: данные точки отстоят друг от друга приблизительно

на 60 градусов. Таким образом, несмотря на одинаковые (кроме долготы восходящего узла) параметры орбит, спутники обращаются вокруг Земли в шести различных плоскостях, по 4 аппарата в каждой.

Спутники излучают открытые для использования сигналы в диапазонах: L1 = 1575,42 МГц и L2 = 1227,60 МГц (начиная с Блока IIR-M), а модели IIF излучают также на частоте L5 = 1176,45 МГц. Эти частоты являются соответственно 154-й, 120-й и 115-й гармониками фундаментальной частоты 10,23 МГц, генерируемой бортовыми атомными часами спутника с суточной нестабильностью не хуже 10−13; при этом частота атомных часов сдвинута к значению 10,229 999 995 43 МГц, чтобы компенсировать релятивистский сдвиг, обусловленный движением спутника относительно наземного наблюдателя и разностью гравитационных потенциалов спутника и наблюдателя на поверхности Земли (см. Время спутниковых навигационных систем). Навигационная информация может быть принята антенной (обычно в условиях прямой видимости спутников) и обработана при помощи GPS-приёмника.

Рис. 1. Спутниковые навигационные системы

Помехоустойчивость системы связи – это способность системы восстанавливать переданные сигналы с заданной достоверностью при наличии помех.

Методы оценки качества передачи сообщений: прямые и косвенные.

Ошибки в канале возникают случайно, а коэффициент ошибок зависит от времени наблюдения.

Значение вероятности ошибки должно быть не более:

· При передачи данных – 10-6

· При телеграфной связи - 3·10-5

· При международной телеграфной связи 10-6

К косвенным мерам качества относится оценка степени искажения формы принимаемых сигналов. Прямой мерой качества передачи непрерывных сообщений является среднеквадратическое отклонение принятого сообщения от переданного.

Помехи классифицируют по происхождению: внутренние и внешние; по физическим свойствам: флуктуационные и сосредоточенные; по характеру воздействия на сигнал: аддитивные и мультипликативные.

Основным типом помехи в каналах электросвязи можно считать флуктуационные помехи, взаимодействующие с сигналом как аддитивные. Они не могут быть устранены, так как порождающие их причины лежат в физической природе материи.

Количество и качество передаваемой информации по каналу связи в основном определяется помехами в канале.

Под помехоустойчивостью системы понимают способность системы связи противостоять вредному действию помех. Основными вопросами, решаемыми в теории помехоустойчивости,

являются расчет влияния помех на передачу сигналов и разработка способов уменьшения этого влияния.

Потенциальную помехоустойчивость обеспечивает оптимальный приемник. Реальная помехоустойчивость – это помехоустойчивость системы связи или ее элементов с учётом реального выполнения и настройки узлов канала электросвязи.

Три задачи помехоустойчивости:

· Синтез оптимального приемника;

· Анализ работы оптимального приемника;

· Сравнение потенциальной и реальной помехоустойчивости.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Карлащук В.И. Спутниковая навигация. Методы и средства. – М.: СОЛОН-Пресс, 2006. – 176с.:ил.

[2] Иванов Н.М. Баллистика и навигация космических аппаратов. – М.: Дрофа, 2004. – 544с.

[3] Соловьев Ю.А. Системы спутниковой навигации. – М.: Эко-Трендз, 2000. – 268с.

[4] Яценков В.С. Основы спутниковой навигации. Системы GPSNAVSTAR и ГЛОНАСС. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. 272с.:ил.

[5] Бессонов А.А. Спутниковые навигационные системы: учебное пособие. – СПб.: ГУАП, 2006. 36с.:ил.

[6] Серапинас Б.Б. Глобальные системы позиционирования. – М.: ИКФ Каталог, 2002 – 106с.

[7] Шебшаевич В.С. Сетевые спутниковые радионавигационные системы. – М.: Радио и связь, 1993 – 408 с.: ил.

[8] Липкин И.А. Спутниковые навигационные системы. – М.: Вузовская книга, 2001.

[9] Interface Control Document: NAVSTAR GPS Space Segment / Navigation User Interfaces (ICD-GPS-200). – Rockwell Int. Corp. 1987.

Куттыбаева А.Е., Толтаева Т.Р.

Жер серіктік барлау жүйелерінде бөгеуіл тұрақтылығын зерттеу

Түйіндеме: Бұл мақалада жерсеріктік навигациялық жүйелер қарастырылды. ГЛОНАСС навигациялық жүйесі қарастырылды. GPS навигациялық жүйесі қарастырылды. Байланыс жүйесінің бөгеуілге қарсы тұрақтылығы қарастырылды. Соңында жерсеріктік навигация жүйесінің диаграммасы келтірілген.

Кілттік сөздер: Спутниктік навигациялық жүйелер, навигациялық жүйелер, ГЛОНАСС, GPS, NAVSTAR, байланыс жүйесінің бөгеуілге қарсы тұрақтылығы.

УДК 56. 073. 437: 658.78

M. T. Otegenov, B. S. Beisenov, Y.Y. Sarybayev
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan)

ECONOMIC ASPECTS OF PRODUCTION VIBROPROKATNYH PRODUCTS AS AN ALTERNATIVE TO CAST IRON CASTING

Abstract: the Article is devoted to the discussion of the economic component of the technology of manufacturing engineering products from fibropolymer concrete in comparison with the technology of casting iron in sand molds.

Keywords: fibropolymer concrete, technology, raw materials, cost, efficiency, effect.

М.Т. Отегенов, Б.С. Бейсенов, Е.Е. Сарыбаев
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan)

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФИБРОПОЛОМИРБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ КАК АЛЬТЕРНАТИВА ЧУГУННОМУ ЛИТЬЮ

Аннотация: Статья посвящена обсуждению экономической составляющей технологии изготовления машиностроительной продукции из фиброполимербетона в сравнении с технологией литья чугуна в песчаные формы.

Ключевые слова: фиброполимербетон, технология, сырье, себестоимость, эффективность, эффект.

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что перспективное направление в тяжелой индустрии - применение фибробетонных конструкций различного назначения.

Фибробетон, как и традиционный бетон, представляет собой композиционный материал, включающий дополнительно распределенную в объеме фибровую арматуру. Дисперсное фибровое армирование позволяет в большой степени компенсировать главные недостатки бетона - низкую прочность при растяжении и хрупкость разрушения.

Фибробетон имеет в несколько раз более высокую прочность при растяжении и на срез, ударную и усталостную прочность, трещиностойкость и вязкость разрушения, морозостойкость, водонепроницаемость, сопротивление кавитации, жаропрочность и пожаростойкость. По показателю работы разрушения фибробетон может в 15-20 раз превосходить бетон. Это обеспечивает его высокую технико-экономическую эффективность при применении в строительных конструкциях и их ремонте.

Выгодно ли заниматься этим производством и насколько быстро оно окупится?

Технология производства фиброполимербетонных материалов очень проста. Они состоят из бутового щебня, кварцевого песка, кварцевой муки, стальной анкерной фибры, фураново-эпоксидной смолы и отвердителя- соотношение между ними 48/20/10/5/15/2.

Сырье для производства можно найти в свободной продаже.

В качестве наполнителя для готовой продукции используется:

- бутовый щебень. Влажность щебня должна быть не более 10%, а содержание глины Допустимая фракция – 2,2 до 2,5 мм. 1 т просеянного бутового щебня стоит в среднем по РК– 3300 тг./т.

- кварцевый песок. Влажность песка должна быть не более 10%. Допустимая фракция – 1,2 до 1,5 мм. 1 тонны кварцевого песка стоит в среднем по РК – 125 000 тг./т.

- кварцевая мука. Влажность муки должна быть не более 10%. Допустимая фракция – 1,2 до 1,5 мм. 1 тонны кварцевого песка стоит в среднем по РК – 130 000 тг./т.;

- фибра стальная анкерная L=25 мм, стоит в среднем по РК – 289 000 тг./т.

Связующий компонент – фураново-эпоксидная смола - средняя стоимость по РК – 1750 тг./кг.

Основные этапы технологического процесса:

- сушка и дозировка компонентов;

- полученная масса помещается в смеситель машину, там компоненты нагреваются и перемешиваются;

- готовая масса закладывается в формы и уплотняется;

- по истечении 2 ч изделия вынимаются из форм и помещаются в сушильную камеру на 8 ч.

Средняя производительность такой производственной линии может составить 9,5 м^3/сут (одна рабочая смена - 8 ч).

Для производства может потребоватся помещение площадью от 150 кв. м с приточно-вытяжной вентиляцией. Высота потолков – 4 м. Аренда такого помещения обойдется, если это частный бизнес в среднем составит 225тыс. тг./мес.

Расчеты на 1 м^3 продукции:

Фурано-эпоксидная смола ФАЭД 345,09 кг.х1750тг/кг = 603907 тг.

Бутовый щебень 1104,29 кг.х3,3 тг/кг = 3644 тг.

Кварцевый песок 460,12кг.х125тг/кг = 57515 тг.

Кварцевая мука 230,06кг.х130тг/кг = 6918 тг.

Стальная анкерная фибра 115,03.х289,12тг/кг = 33257 тг.

Зарплата – 8 чел по 160 000 тг в месяц =1280000 тг.

Водоснабжение – 900 тг в месяц.

Аренда помещения – 225 000 тг в месяц.

Итого себестоимость 190 м^3 (в месяц) готовой продукции составит 135501690 тг – 713 166 тг/м^3 – 310 072 тг./т.

Усредненная себестоимость 1 т. чугунного литья составляет ≈170 000 руб. х 6 =1 000 020 тг.

Себестоимость фиброполимербетонного литья будет почти в 3-раза ниже.

Таблица - **Средняя стоимость оборудования производственной линии для работы с фиброполимербетонным материалом (по разным производителям):**

Наименование оборудования	Кол-во ед-ц.	Стоимость 1ед., тыс.тг	Стоимость к-та, тыс.тг
1.Бункер-дозатор	3	772.000	2 316,000
2. Силос-дозатор	1	560,000	560,000
3.Шнек Ø114мм., L=6000	3	660,870	1 982,000
4. Смеситель ЛС-ЦБ-10	1	936,940	936,940
5.Вибростол СМЖ-539 ВИ-101Е	1	257,500	257,500
6. Шкаф сушильный ШС-80-01 МК СПУ	1	505,000	505,000
Всего			6 556, 940

Затраты с расходами на транспортировку и монтаж

З = 6 556, 940 тыс.тг + 600,00 тыс.тг. на транспортировку.= 7156,940 тыс.тг

Следовательно, окупаемость линии при средней загруженности и работе в одну смену

689 948 000:7 156 940 = 96 рабочих дней (3,2 календарных месяца).

Годовая экономическая эффективность от внедрения технологии изготовления изделий из фиброполимербетона составит:

$$Е_ф = Д – З \cdot К = 689\,948\,000 – 0{,}15 \cdot 7\,156\,940 = 688\,874\,459 тн. \approx 689 млн.тг.$$

где $Е_ф$ – экономический эффект;
Д – доходы или экономия от внедрения технологии на 1000 т,

$$Д = (С_{чуг.} - С_{фиб.пол}) \cdot 1000 = (1\,000\,020 - 310\,072) \cdot 1000 = 689\,948\,000 тг.$$

З – капитальные затраты, 7 156 940 тг;
К – нормативный коэффициент, 0,15.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Фибробетон: технология производства и применение https://beton-house.com › Виды бетона › Специальные бетоны

[2] Пути повышения эффективности фибробетона ...https://research-journal.org/technical/puti-povysheniya-effektivnosti-fibrobetona/ автор: И.Н. Ширинзаде - 2017

[3] Фибробетон: состав, характеристики и технология изготовления kladembeton.ru › Виды бетона › Другие виды бетона

[4] Маилян Л. Р. Маилян А. Л. Айвазян Э. С. Конвейерная технология фибробетона с агрегированным распределением фибр и его конструктивные свойства. [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2013, № 3.

[5] ВСН 56-97. Проектирование и основные положения технологий производства фибробетонных конструкций.

[6] ВСН 56–97. Проектирование и основные положения технологий производства фибробетонных конструкций. [Текст] — Москва: научно-техническое управление НИЦ «Строительство», 1997. — 174 с. ГОСТ 310.4–81.

[7] Фибробетон в Казахстане. **Satu.kz/Потребительские товары/**

[8] https://www.pulscen.kz/price/101402-fibra

Отегенов М.Т., Бейсенов Б.С., Сарыбаев Е.Е.

Шойын құюға балама ретінде фиброполомирбетонды бұйымдарды жасаудың экономикалық аспектілері

Түйіндеме: Мақала талқылау экономикалық құрамдас бөлігін дайындау технологиясының машина жасау өнімдерін фиброполимербетона салыстырғанда технологиясына құйма шойынды қалыптарға.

Түйінді сөздер: фиброполимербетон, технология, шикізат, өзіндік құн, тиімділік, әсер.

УДК 004.896:621.865

B.K. Sabanova, I.V. Ivanova
(Kostanay State University named after A. Baitursynov, Kostanay, Kazakhstan
Email: baha_hk.93@mail.ru)

CALCULATING THE PARTS OF THE FOOT ALGORITHM FOR THE SIX-TIME ROBOT SPIDER

Abstract. The article discusses - moving robots and their subspecies - walking robots, the algorithm for moving the legs of a walking robot, the path of the legs along the x, y and z axes, the implementation of the wave walk.

Key words: walking robots, algorithm and footpath.

Б.К. Сабанова, И.В. Иванова
(Костанайский государственный университет им. А.Байтурсынова
г. Костанай, Республика Казахстан. baha_hk.93@mail.ru)

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ АЛГОРИТМА ДВИЖЕНИЯ НОГ ДЛЯ ШЕСТИНОГОГО РОБОТА-ПАУКА

Аннотация. В статье рассмотрены передвигающиеся роботы и их подвид - шагающие роботы, алгоритм движения ног шагающего робота, траектория движения ног по осям x, y и z, реализация волновой походки.

Ключевые слова: шагающие роботы, алгоритм и траектория движения ног.

Введение

В последние годы наблюдается рост интереса к области роботов на ножках. Особенно в механизме генерации походки и управлении этим механизмом. Одним из аспектов, связанных с контролем роботов на ножках, которому уделяется больше внимания, является статически устойчивая походка. Задача такого механизма генерации походки может быть определена как соответствующая последовательность движений ног и тела, чтобы робот двигался с желаемой скоростью и направлением для достижения своей цели

В литературе о роботах на ногах существует много разных подходов к реализации систем управления для генерации волновой походки. Походка определяется как последовательность движений ног, координируемая с последовательностью движений тела для перемещения всего тела робота в нужном направлении и ориентации из одного места в другое. Некоторыми примерами, найденными в литературе, являются, например, периодические походки, свободные походки или комбинация обоих подходов. Походка называется периодической, когда сходные состояния одной и той же ноги во время последовательных ударов происходят с одинаковым интервалом для всех ног. Свободная походка также называется непериодическая походка - это когда каждая нога может двигаться на свободном выбранном интервале и по собственному алгоритму удара.

Периодические походки подходят для гладкой местности, и они были изучены несколькими исследователями, некоторые из которых стоит упомянуть: Сонг и Уолдрон, Занг и Сонг. Свободная походка, с другой стороны, намного эффективнее на пересеченной местности с препятствиями. Много исследований сделано на свободные походки, чтобы найти графические и аналитические методы. Сложность этих методов заключается в сложности и взаимодействиях.

Методы

Движение робота характеризуется несколькими переменными локомоции. Траектория ноги описывает положение кончика ноги как функцию времени в локальной системе координат ноги.

Параметры траектории ноги: время цикла T, коэффициент заполнения β, размер шага Ls, высота тела HB и расстояние между ногами Fc. Эти параметры определяют скорость тела Vn = Ls / T, фазу переноса tT = (1 - β) T и фазу поддержки tS = βT.

Время цикла. Это определяется как время для полного цикла передвижения ноги периодической походкой.

Фаза переноса. Фаза переноса ноги - это период, в течение которого нога находится в воздухе (без контакта с землей).

Фаза поддержки. Фаза поддержки ноги - это период, в течение которого нога находится на земле и поддерживает робота.

Коэффициент использования. Это отношение фазы поддержки и фазы передачи по отношению ко времени цикла.

Все ноги имеют одинаковый алгоритм траектории и, следовательно, имеют одинаковый размер шагов и т. д. Существуют два небольших различия, отличающих ноги. Во-первых, это фаза цикла, в котором каждая нога двигается, эта фаза обусловлена выбранной походкой. Второе небольшое отличие состоит в том, что траектории ног проецируются параллельно точке прикрепления ног робота к телу в локальных координатах (направление y параллельно, направление x перпендикулярно). Чтобы позволить всем ногам двигаться в одном и том же глобальном направлении, используется преобразование, где αn = [330◦; 30◦; 270◦; 90◦; 210◦; 150◦], представляющий углы, в которых ноги крепятся к телу.

$$X_{global} = X_{local} * \sin(a_n) + Y_{local} * cos(a_n)$$
$$Y_{global} = Y_{local} * \cos(a_n) - X_{local} * sin(a_n)$$

Проблемы

Траектория движения ног по осям X и Y

Алгоритм траектории ног будет объяснен для направления Ylocal, поскольку размер шага идентичен направлению Xlocal, поэтому он одинаков. Локальное преобразование в глобальное в уравнении, наконец, сделает правильной траекторию движения для глобальных координат, чтобы ноги двигались в правильном направлении.

Для того, чтобы разработать алгоритм для траектории ноги, сделаны некоторые предположения.

1. Тело робота должно двигаться с постоянной скоростью в любом направлении.

2. Полная траектория должна быть непрерывно дифференцируемой между переключением с фазы поддержки на фазу передачи и наоборот для положения, скорости и ускорения.

3. Траектория ног должна быть непрерывно дифференцируемой в каждой фазе.

4. Скорость движения стопы также должна быть непрерывно дифференцируемой в каждой фазе.

5. Траектория ускорения должна быть непрерывной без ударов или ступеней в функции. Причина этого состоит в том, чтобы преодолеть удары в двигателе, который приводит в действие соединения, чтобы они могли работать плавно, даже когда направление вращения повернуто.

6. Наибольшая скорость ноги в фазе переноса должна быть посередине между β и 1 нормированного времени цикла.

7. Переменные, которые влияют на траекторию, должны быть параметрическими, размер шага Ls, время цикла T, размер шага Ls, клиренс Fc и коэффициент использования β, где коэффициент использования не может быть свободным для выбора, поскольку он зависит от походки при ходьбе.

Для достижения допущений 2, 3, 4 и 5 выбор траектории будет полиномиальным для фазы переноса и линейным для фазы опоры. Чтобы сделать фазу переноса полиномиальной, траектории положения, скорости и ускорения могут быть «связаны» (непрерывно дифференциальными), чтобы исключить обрывистую ходьбу.

Нормализованное время tn является нормализацией времени цикла T к единице и вычитанием полных периодов. β Делит tn на 2 части: одну часть до β (фаза поддержки) и вторую часть после β (фаза переноса). Tp - время, содержащее рабочий цикл β. Tt представляет время полного цикла (от 0 до T) во время фазы переноса. Это используется специально для направления z ноги, чтобы выполнить полный цикл косинуса. Для предотвращения скачков и ударов важно, чтобы траектория и ее производная по времени были непрерывно дифференцированы между фазой поддержки и

передачи. Следовательно, скорость и положение ноги в начале и конце фазы поддержки должны быть такими же, как в конце и начале фазы переноса.

Траектория движения ноги будет описана для движения робота вперед (направление y), движение вправо будет таким же, но только для направления x. В этом направлении кончик ноги может поддерживать робота от y = -0,1 [м] до y = 0,1 [м]. Во время фазы поддержки траектории ноги y-координата кончика ноги является линейной функцией времени. Поскольку система координат соединена с роботом, ноги должны двигаться в направлении, противоположном направлению движения робота. Это означает, что этап начинается с Fs/2 = +0,1 [м] до –Fs/2 = –0,1 [м] в течение одного цикла. Для этого наклон y-координаты составляет минус скорость.

Переменными, которые непосредственно влияют на траекторию движения ног, являются циклическое время T, коэффициент заполнения β и размер шага Ls. Схематическое изображение траектории кончика ноги показано на рисунке. Чтобы сделать функцию непрерывно дифференцируемой между фазой поддержки и фазой передачи, функция должна быть неравномерной полиномиальной функцией. Неравномерно, потому что конец фазы поддержки имеет Ylocal = −1/2Ls, а начало следующей фазы поддержки имеет Ylocal = 1/2Ls. Теперь Ylocal будет представлен как Y, чтобы сделать вывод для полинома более читабельным. Порядок многочлена определяется следующим образом:

1-й порядок невозможен, потому что Y не будет непрерывно дифференцируемым.

3-й порядок возможен, но не желателен, потому что Y "будет иметь шаг, который приведет к шокирующим движениям ноги.

5-й порядок отлично подходит, потому что Y, Y'и Y" непрерывно дифференцируемы и поэтому приводят к гладкой траектории ноги.

Функция 5-го порядка для траектории имеет шесть параметров: три точки пересечения нуля второй производной, одну точку в первой производной и две точки в общей функции. Точка пересечения нуля в точке Y"(β) = (β+1)/2 выбрана для размещения от β до 1, чтобы иметь одинаковое ускорение и замедление "времени" для движения ноги.

Подъемная часть траектории z-направления также должна быть плавной. В фазе поддержки нога должна находиться на земле с z = 0, а в фазе переноса нога должна подниматься с высотой клиренса FC. Для того чтобы иметь плавный старт с началом и окончанием фазы переноса, была выбрана функция (1-cos). Следующим шагом является проверка того, являются ли углы суставов гладкими без шагов. Чтобы сделать полный цикл косинуса в фазе переноса, вводится t_t

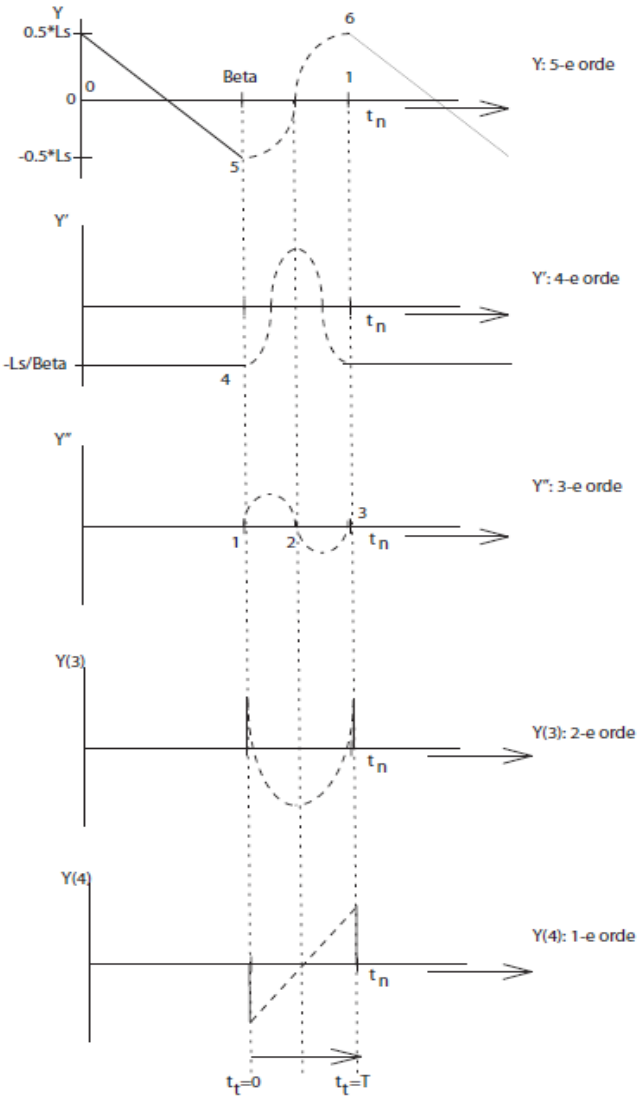


Рис. 1. Направление движения тяги ноги по оси x или y
Траектория движения ног по оси Z

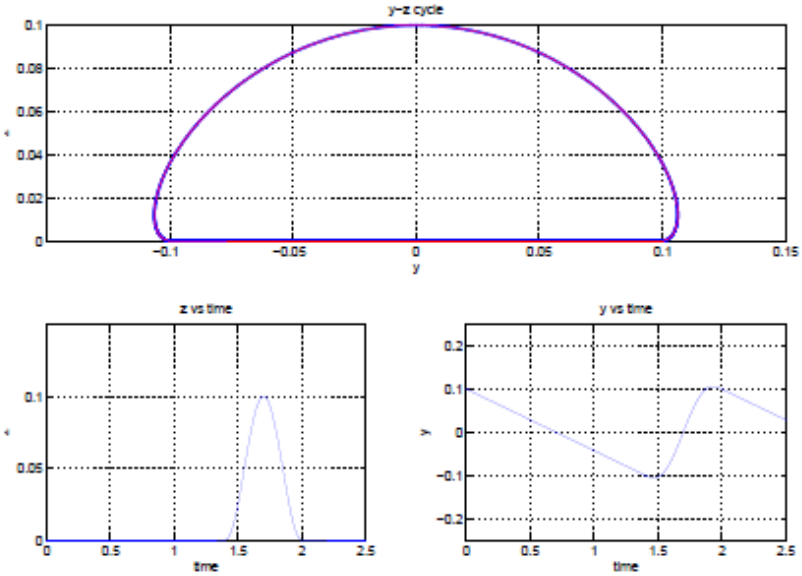


Рис. 2. Траектория движения ноги по осям y-z,β = 0.7, Fs = 0.2 иFc = 0.1.

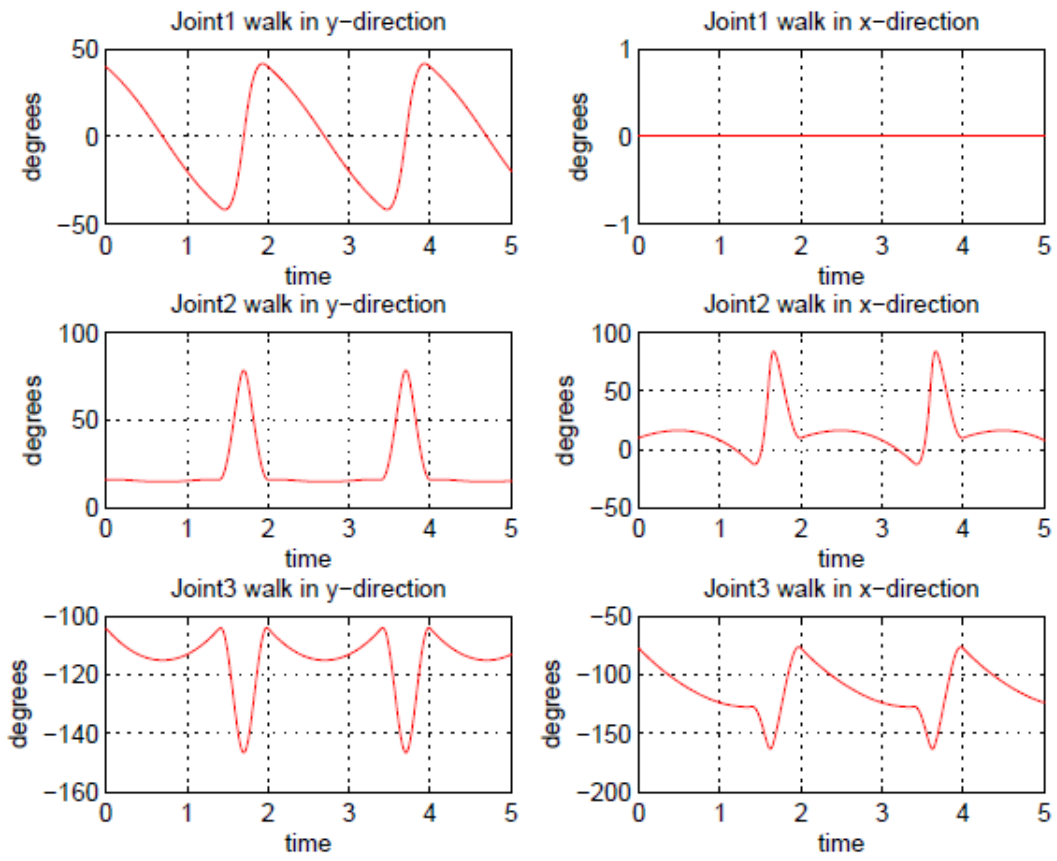


Рис. 3. Углы сочленения для ног с β = 0,7, Fs = 0,2 и Fc = 0,1 для ходьбы в направлении x и y.

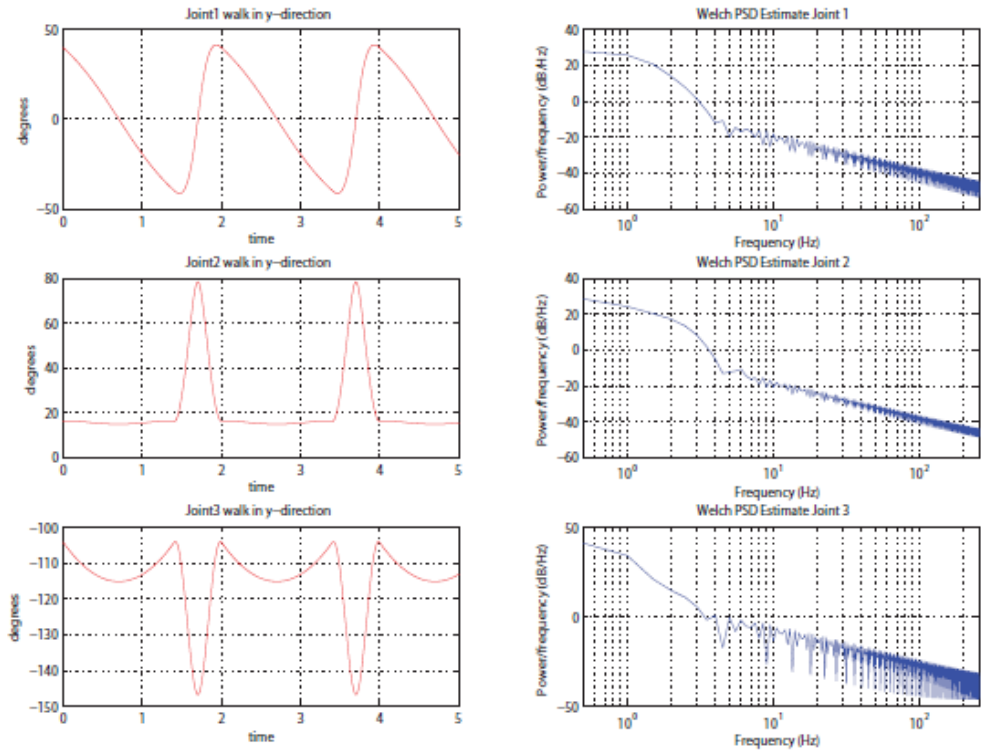


Рис. 4. Углы сочленения для ног с T = 2,0, β = 0,7, Fs = 0,2 и Fc = 0,1 с соответствующим PSD (спектральная плотность мощности) для ходьбы вперед.

PSD показывает, что для β = 0,7, Fs = 0,2 и Fc = 0,1 частоты до 5 Гц в основном присутствуют в сигналах. Частоты выше 5 Гц также присутствуют в сигнале с очень низкой плотностью. При уменьшении времени цикла частота изменит диапазон, сместится в сторону более высоких частот или наоборот. Размер шага, клиренс стопы коррелируют с амплитудой PSD, при увеличении амплитуда также будет увеличиваться. Поэтому PSD может использоваться только в качестве ориентира для конструкции контроллера, потому что для каждой походки ноги имеют различное время цикла и коэффициент заполнения, который влияет на частотный диапазон PSD.

Реализация волновой походки

Существует много разных типов волновых походок для гексапода. Наиболее часто используемая походка штатива, где шесть ног разделены на два набора "треугольников" и используются для альтернативной поддержки. В штативной походке коэффициент заполнения β = 0,5. С этой информацией походка треноги не больше, чем фазовая задержка между двумя наборами ног. Движение может быть разделено на три вида ситуаций в соответствии с коэффициентом заполнения.

1. β = 0,5: пока одна группа находится в фазе переноса и касается земли, другая группа немедленно поднимается.

2. β> 0,5: Существует перекрывание времени между транспортной фазы и фазы несущей между группами ног.

3. β< 0,5: в этом состоянии робот может двигаться быстрее, но бывают моменты, когда робот имеет нестатическую балансировочную комбинацию контакта с землей. Это приводит к нестабильной статической ходьбе, что означает, что требуется динамическая устойчивость. Это не входит в сферу данного тезиса.

В таблице 1 представлены наиболее распространенные известные статические устойчивые волновые движения гексапод. Первые две походки - очень медленные походки, когда только одна нога находится в фазе переноса, а остальные находятся на земле. Разница между первыми двумя - это порядок, в котором перемещаются ноги. Третья походка также является медленной походкой, но немного быстрее, чем первые два, это можно увидеть при коэффициенте заполнения 2/3, означающем, что фаза поддержки короче, чем у других первых двух. Третья походка - это походка паука, что означает порядок размещения ног. Четвертая походка - это хорошо известная походка со штативом, самая быстрая стабильная походка, в которой не требуется дополнительная балансировка, чтобы предотвратить падение. Последняя походка в таблице - это походка, найденная в литературе, это комбинация походки штатива для ног 1-4 и ног 5 и 6, обеспечивающих дополнительный баланс.

Таблица 1 - Каждый ряд представляет собой походку. Первые шесть столбцов - это ϕn для соответствующих ног, а в столбце 7 - β, соответствующий этой конкретной походке.

$$FASE_6(j,7) = \begin{pmatrix} \frac{5}{6}\frac{4}{6}\frac{3}{6}\frac{2}{6}\frac{1}{6} & 0 & \frac{9}{10} \\ \frac{5}{6}\frac{2}{6}\frac{4}{6}\frac{1}{6}\frac{3}{6} & 0 & \frac{9}{10} \\ 0 & \frac{4}{6}\frac{3}{6}\frac{2}{6}\frac{1}{6}\frac{5}{6}\frac{2}{3} & \\ \frac{3}{12}\frac{3}{12}\frac{9}{12}\frac{9}{12} & 0 & \frac{6}{12}\frac{9}{12} \end{pmatrix}$$

Алгоритм волновой походки сначала тестируется в кинематических моделях, а затем внедряется в SimMechanics. Симулятор м-кода (кинематический) - это визуальный симулятор для проверки правильности работы алгоритма и правильного движения. В следующей главе объясняется модель SimMechanics, где движение тестируется в динамической среде с контактом с землей, и робот получает некоторый вес. Кроме того, в динамической модели реализован контроллер для управления движениями суставов для достижения правильного движения ног.

Результат

Существует так много литературы об алгоритмах обучения и оптимизированных походках, что в этой статье показаны только первые шаги разработки алгоритма для статических устойчивых схем ходьбы. Робот будет иметь периодическую конструкцию походок, это означает, что мы сначала выбираем порядок последовательности размещения ног. Более того, управление размещением стопы будет осуществляться с помощью динамического управления силой / положением.

Чтобы дать обзор и пути подхода, будет внедрена система управления. Пользователь даст желаемую [x, y, z, ϕ] и походку, которая является входом для генератора траектории. [X, y, z, ϕ] - нормализованные направления, в которых робот должен двигаться. Траектория отправляет координаты участка в обратную кинематическую модель для каждого участка, где PHd - это координаты тазобедренного сустава, а PF d - соответствующие координаты. Так что кончик ноги получает координаты следования траектории. Обратная кинематическая модель пересчитывает эти заданные координаты в свои угловые координаты для всех соединений. Результатом обратной кинематической модели являются углы соединения, которые затем войдут в контур управления. Выбор для совместного управления - это контроллер SISO, чтобы максимально упростить систему для достижения быстрого и хорошего результата.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Брискин Е.С., Чернышев В.В. О повороте шагающих машин с движителями на основе цикловых механизмов шагания [Текст] / Брискин Е.С., Чернышев В.В.// Мобильные роботы и мехатронные системы: Мат. науч. шк.-конф. / М.: МГУ, 2011. С. 165

[2] Брискин Е.С., Чернышев В.В., Малолетов А.В., Тельдеков А.В.Мобильный робототехнический комплекс на базе многоопорной шагающей машины. [Текст]/Брискин Е.С., Чернышев В.В., Малолетов А.В., Тельдеков А.В.//Мехатроника: Механика. Автоматика. Электроника. Информатика. 2011. №3. С. 253

[3] Чернышев В.В., Брискин Е.С., Буданов В.М., Девянин Е.А. Особенности управления и стабилизации положения корпуса многоногих статически устойчивых шагающих машин. [Текст] //Чернышев В.В., Брискин Е.С., Буданов В.М., Девянин Е.А. / Мобильные роботы и мехатронные системы: Мат. науч. шк.-конф. / М.: МГУ, 2010. С.273.

[4] Яцун, А.С. Диагностический комплекс на основе параллельного манипулятора [Текст]/ А.С. Яцун, С.М. Яцун // Естественные и технические науки №1. 2012. С . 256

Сабанова Б.К., Иванова И.В.

Алтыаяқты өрмекші-робот үшін қозғалыс алгоритмнің бөліктерін есептеу

Түйіндеме: Мақалада талқыланады - қозғалатын роботтар және олардың қосалқы түрлері - жүретін роботтар, жүретін роботтың аяқтарын жылжыту алгоритмі, x, y және z осьтері бойымен аяқтың жүру жолы, толқындық жүруді жүзеге асыру.

Түйін сөздер: жүретін роботтар, алгоритм және жаяу жүру.

УДК 66.669

G. Zh. Moldabayeva, T. Zh. Sauken
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan. sauken_talshyn@mail.ru)

ON THE ISSUE OF PROCESSING SLAGS OF FERROALLOY PRODUCTION

Abstract: Waste generation in Ferroalloy production occurs mainly in the form of slags, dusts and gas treatment slurries, as well as Ferroalloy gas. The volume of these products depends on the charge materials used and the company's production technology. The main waste in the production of ferroalloys is slag, the amount and composition of which depends on the production technology used. The problem of waste generation in the production of ferroalloys should be considered as a result of the technology used for their production. For a rational approach to its disposal, it is necessary to observe the principles of maximum collection and capture of waste, as well as the analysis of application alternatives based on an accurate assessment of their physical and chemical characteristics (chemical, fractional, mineralogical compositions, and a number of other characteristics).

Key words: Ferroalloy slags, recycling, aluminum oxide, sintering, charge

Г.Ж.Молдабаева, Т.Ж.Саукен
(Сәтбаев Университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы. sauken_talshyn@mail.ru)

ФЕРРОҚОРЫТПА ӨНДІРІСІНІҢ ШЛАКТАРЫН ӨҢДЕУ МӘСЕЛЕСІ

Аңдатпа. Ферроқорытпа өндірісінде қалдықтар негізінен шлактар, газ тазалау шаңдары мен шламдары, сонымен қатар ферроқорытпа газдары түрінде түзіледі. Бұл өнімдердің көлемі қолданылатын шихта материалдарына және өнеркәсіптің өндіріс технологиясына тәуелді болады. Ферроқорытпалар өндірісінің

негізгі қалдықтарышлактарболып табылады, олардың мөлшері мен құрамы қолданылатын өндіріс технологиясына тәуелді. Ферроқорытпалар өндірісінде қалдықтар түзілу мәселесі оларды өндіру үшін қолданылатын технологияның нәтижесі ретінде қарастырылуы қажет. Оны кәдеге жаратудың тиімді тәсілдемесі үшін қалдықтарды максималды жинау және ұстау, сонымен қатар физика-химиялық қасиеттерін (химиялық, фракциялық, минералогиялық құрамы мен бірқатар өзге сипаттамаларын) нақты бағалау негізінде қайсыбір технологияның қолданылу баламаларын талдау қағидаларын ұстану қажет.

Кілтті сөздер:ферроқорытпа шлактары, кәдеге жарату, сазбалшық, пісіру, шихта

Металлургия өндірісінің әртүрлі қалдықтарының сөзсіз шығуы мен жиналуына байланысты, оларды өңдеу бойынша тиімді және экологиялық таза технологиялардың жасалуы түсті және қара металлургияның маңызды мәселесі болып табылады. Жыл сайын елімізде шамамен 5 млрд. тонна әртүрлі қалдықтар қалыптасады, олардың үлкен үлесін техногенді, яғни өнеркәсіптік өндірісте түзілетін қалдықтарға жатқызуға болады. Оларды өңдеу мәселесі – экологиялық және экономикалық басым мәселе, себебі қажетсіз өңделген материалдардың туындауы табиғи ресурстардың қисынсыз пайдаланылуын дәлелдейді.

Республиканың маңызды салаларының бірі қара металлургия болып табылады, ол темір кені өнеркәсібін, болат өнімдерінің, ферроқорытпалар өндірісін, хром, марганец пен никель салаларын қамтиды. Ферроқорытпа өндірісі кен мен концентраттар құрамына кіретін тотықты қосылыстардың тотықсыздану процестеріне негізделген, және әдетте, шлактардың шарасыз түзілуімен жүреді. Бұл шлактар негізінен бағалы шикізат болып келеді, олар химиялық құрамына тәуелді әртүрлі салаларда қолданылады[1].

Ферроқорытпа шлактарының құрамында дайын қорытпа тамшылары мен қорытпаның негізгі элементтерінің тотықсызданбаған тотықтары кездеседі. Оған қоса, олар берік, абразивті, отқа төзімді болып келеді. Ферроқорытпа шлактарының жалпы шығуы жылына 1,5 млн. тоннадан астам шлак құрайды. Қазіргі уақытта осы шлактардың шамамен 45 %өңдейді. Бұл кезде ферроқорытпа шлактарын өңдеу тәсілдері әртүрлілігімен ерекшеленеді (металлургиялық өңделім, ауа немесе магнитті сепарация, механикалық ұнтақтау, сумен түйіршіктеу және т.б.), ал қайсыбір тәсілдің таңдалуы шлактың ерекшелігімен анықталады [2].

[3] авторлары қазіргі уақытта өзге қорытпаларды алу үшін өзіндік шлактардың пайдаланылуымен ферроқорытпалар өндірісінің жаңа технологиялық процестерін жасауда және енгізуде; оған қоса, бұл шлактар аралас металлургиялық өндірістер үшін шикізат ретінде қолданылады. Көптеген ферроқорытпа кәсіпорындарының бір бөлігі өзінің өндірістік шлактарын пайдаланады.

Өңдеу жоспарында ерекше қызығушылықты, өнеркәсіптің әртүрлі салаларында пайдаланылатын, бағалы компоненттердің – хром, никель, марганец, кремний мен т.б. мөлшері ауқымды болатын ферроқорытпа өндірісінің шлактары мен шламдары тудырады. Мәселен, хром концентраты (Cr_2O_3) мен магний сульфаты ($MgSO_4$) ерітіндісін алу мақсатында феррохром өндірісінің қалдықтарын күкірт қышқылымен шаймалау арқылы гидрометаллургиялық өңдеу әдісі мәлім [4]. Бұл әдіс қалдықтардан бағалы металлургиялық компоненттерді оларды ары қарай өңдеу мақсатында бөліп алуға мүмкіндік береді.

Ресурсты үнемдеу және экологиялық ахуалды жақсарту, сонымен қатар ферроқорытпа қалдықтарын өңдеу және кәдеге жарату тиімділігін арттырумақсатында қазіргі уақытта қалдықтарды байыту және олардан бағалы металлургиялық құрамдастарды бөліп алу үшін пайдаланылатын технологиялық сұлбалар талданды. Оның негізінде домналы ферромарганец өндірісінің силикомарганец шлактары мен шламдарын, құрамына кіретін пайдалы элементтерді тікелей көміртекті темір балқымасына доғалы тотықсыздандырудың қолданылуымен өңдеу ұсынылады [5].

Ферроқорытпа, мәселен феррохром өндірісінің қалдықтарын кәдеге жарату үшін, Ақтөбе ферроқорытпалар зауытының вакуумдық-термиялық бөлімінде жоғары көміртекті феррохром шлактарынан отқатөзімді кірпіш өндірісі жөнге салынған [6]. Берілген кірпіш өндірісі үшін, ұнтақталған шлакты пайдаланады, оны байланыстырғыш ретінде пайдаланылатын сұйық шынымен араластырады және СМ 1085А пресінде пресстейді. Ары қарай оны пеште 500°С температурада 16 сағ бойы кептіреді. Бұл отқа төзімді кірпіштер зауыттың өзіндік қажеттіліктері үшін балқыту цехында шөміштер мен пеш табақшаларын қаптау үшін пайдаланады. Жоғары көміртекті феррохром шлактарынан отқа төзімді кірпіш өндірісі сатып алынатын шамот кірпішінің тұтынылуын қысқартуға мүмкіндік береді.

Алюмотермиялық ферроқорытпалар өндірісінің жоғары сазбалшықты шлактарын өңдеу тәсілі мәлім, ол кернеулілігі жоғары электростатикалық және электромагниттік өрістердің бірге

пайдаланылуы есебінен берілген шлактардан металды фазаны (Fe-Ti, Fe-Nb, Fe-Cr және т.с.с.) жоғары бөліп алудан тұрады [7]. Бұл кезде күшті магнитті фракцияның – темір жоңқасы, металды ферроқорытпалар фазасының ірі және майда фракцияларының (Fe-Ti, Fe-Nb, Fe-Cr және т.с.с.) және магниттік емес өткізбейтін фракцияның – жоғары сазбалшықты концентраттың (жоғары сапалы клинкер өндірісінің шикізаты) алынуымен шлактарды өңдеу үшін қажетті энергия шығынының төмендеуі байқалады.

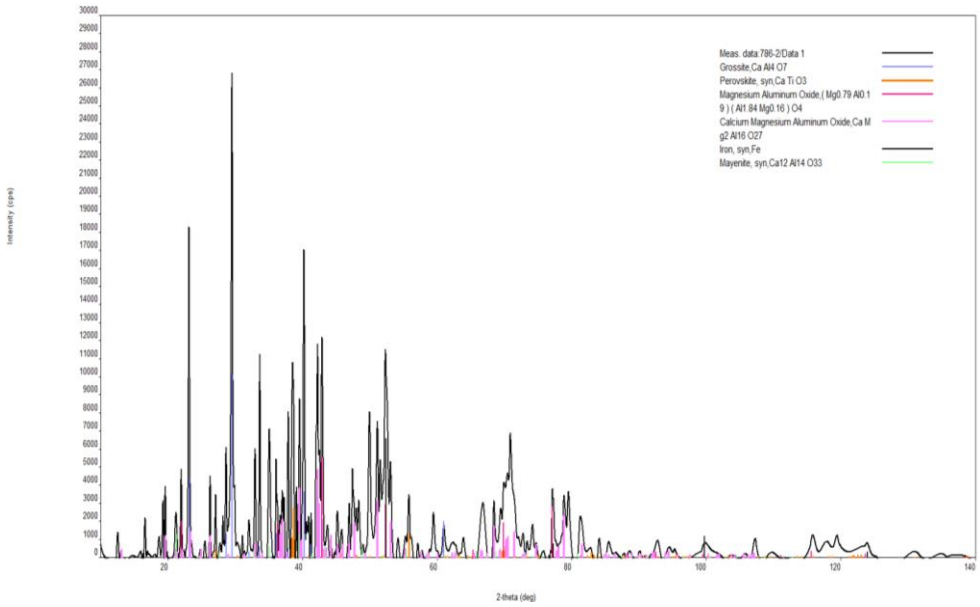
Ферроқорытпа өндірісінің алюмотермиялық шлактардың айрықша минералогиялық құрамы мен балқытылған микроқұрылымы олардың бірегейі физика-механикалық және термиялық қасиеттерін анықтайды. Осыған байланысты берілген шлактар отқа төзімді материалдар, жоғары сазбалшықты цемент, жоғары температуралық аралықта эксплуатацияланатын ыстыққа төзімді және жылу оқшаулағыш материалдар өндірісінде аса кеңінен қолданысқа ие болады [8-12].

[13] авторларымен жүргізілген жұмыстарда, ферротитан өндірісінің сазбалшықты шлактарында басты минералдар корунд ($(Al, Ti)_2O_3$) пен титанның еркін тотықтары (Ti_2O_3, TiO, TiO_2) болып табылатындығын айтады, мұнда бірінші қосылыстар басым болады. Оған қоса, CaO мөлшері 9% масс. жоғары болса,берілген шлактарда титанқұрамды бонитпен қатар аса негіздік кальций алюминаттары: $CaO{\cdot}2Al_2O_3$және $CaO{\cdot}Al_2O_3$ кездеседі [14]. Шлактар жоғары температуралық процестің қалдықтары болып табылатындықтан, бұл мұнда сазбалшықтың, ең бастысы α-Al_2O_3түрінде, яғни аса берік корундты полиморфтық модификацияда кездесуімен шартталады. Сондықтан олардың терең ашылуын, пирометаллургиялық пісіру әдістерінің бастапқы сатыларында сілтілі реагенттердің қолданылуымен жүргізу орынды [15].

1 кестеде және 1 суретте белгілі бір отандық зауыттың ферроқорытпа шлактарының химиялық және фазалық құрамдары келтірілген. Кестеде және суретте келтірілген деректерден көрініп тұрғандай, берілген шлак химия-минералогиялық құрамның, микроқұрылым мен физика-химиялық қасиеттердің кең спектрімен сипатталады. Шлактарда $A1_2O_3$мөлшері, аса бай бокситтермен салыстырғанда, төмен емес, алайда сазбалшық корунд түрінде кездеседі. SiO_2және FeO мөлшері төмен, кальций кездесуі осы қоспалардың, сонымен қатар титанның аз еритін қосындыларға өтуін қамтамасыз етеді. Осыған қоса, шлактарда шамамен 2,5% магниттік фракция мен металданған фазаның біршама мөлшері анықталды.

1-кесте. **Ферроқорытпа шлактарының орташа химиялық құрамы, %**

Химиялық құрамы , %										
Na_2O	K_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	CaO	TiO_2	Fe_2O_3	Cl^{--}	Cr_2O_3	SO_3
0,32	0,10	10,90	59,50	1,10	15,80	0,30	0,92	0,04	7,1	0,06



1-сурет. Ферроқорытпа шлактары үлгісінің рентгенограммасы

Әдеби деректер талдауынан көрініп тұрғандай, қазіргі уақытта ферроқорытпа өндірісінің үйінді шлактары әртүрлі технологиялық сұлбалар бойынша өңделеді. Көптеген жағдайда жоғарыда аталған шлактарды өңдеу тәсілдері байыту процестеріне, немесе оларды отқа төзімділер немесе құрылыс материалдар өндірісінде пайдаланылуына әкеледі. Алайда, Қазақстанның сапалы боксит шикізатының табиғи қорының тозуына байланысты отандық ферроқорытпа шлактарын, сазбалшық өндірісінің қосымша көзі ретінде қарастыруға болады. Физика-химиялық қасиеттерінің ерекшелігі және ферроқорытпа өндірісінің шлактарында сазбалшықтың салыстырмалы жоғары концентрациясы, танымал технологиялар бойынша сазбалшық өндірісінде осы қалдықтардың пайдаланылуын қарастыратын технологиялық сұлбалардың әзірленуіне негіз бола алады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Перепелицын В. А.,Рытвин В.М., Григорьев В.Г. Материаловедение ферросплавных алюминотермических шлаков //Инновации в материаловедении и металлургии: материалы I междунар. интерактив. науч.-практ. конф. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2012. – Ч. 1. – С. 168-179.

[2] Кожамуратов Р.У., Сафаров Р.З., Шоманова Ж.К., Носенко Ю.Г. Утилизация отходов ферросплавного производства //Материалы Международной научной конференции «GlobalScienceandInnovations 2017»– Bursa: EurasianCenterofInnovativeDevelopment «DARA», 2017. –С. 207-213.

[3] Байрамов Б.И., Зайко В.П., Лапкина Ю.В., Панфилов М.И. Переработка шлаков ферросплавного производства. Южно-Уральское книжное издательство -1970.- С.8.

[4] Козловских Е.Ю., Доронин А.В., Богомолова А.Л., Земляной К.Г.Гидрометаллургическая переработка отходов с мокрой газоочистки ферросплавных заводов«Уральский федеральный университет имени России Б.Н. Ельцина» 2ООО «Промышленная инновация» - 2015. - С.1-3 .

[5] ПроценкоМ. Ю., КуберскийС. В., СемирягинС. В., Штепан Е. В.Использование отходов ферросплавного производства для легирования металла методом дугового глубинного восстановления // Металл и литье Украины. -2010- С.54.

[6] Избембетов Д.Д., Амангельдиев Н.М., Зупаров Н.С. Разработка технологии производства огнеупорных изделий из рукавной пыли и шлаков высокоуглеродистого феррохрома.- 2015-№12(17)- С.56 .

[7] Урванцев А.И., Урванцев И.А., Хохлов А.М., Дианов А.О. Способ переработки высокоглиноземистых шлаков алюмотермического производства ферросплавов // Патент РФ № 2511556. Опубликовано: 10.04.2014Бюл. № 10.

[8] Кравченко И.В. Глиноземистый цемент. М.: Госстройиздат, 1961. С.176.

[9] Robson T.D. High alumina cements and Concretes. London: Contractora Record Limited - 1962 - P. 421.

[10] Кузнецова Т.В., Талабер Й. Глиноземистый цемент. М.: Стройиздат, 1988. -С.268.

[11] Некрасов К.Д., Абызов А.Н. Жаростойкие бетоны на основе шлаков ферросплавов // Физико-химические и технологические основы жаростойких цементов и бетонов. М.: Наука, 1986.-С.109–122.

[12] Абызов А.Н., Перепелицын В.А., Рытвин В.М., Игнатенко В.Г., Клинов О.А. Жаростойкие бетоны на основе алюминотермических шлаков ОАО «Ключевский завод ферросплавов» // Новые огнеупоры. 2007- № 12. -15–18.С.

[13] Смирнов Л.А., Сорокин Ю.В. Переработка техногенных отходов (по материалам программ по переработке техногенных образований Свердловской области). Екатеринбург//ООО «Уральский издательско-полиграфический центр». - С.2012 - 607.

[14] Перепелицын В.А., Рытвин В.М., Гильварг С.И. и др. Ферросплавные алюмотермические шлаки. Екатеринбург//Уральский рабочий. - С.2014.- 368.

[15] ШепелевИ.И.,АлгебраистоваН.К.,СахачевА.Ю.,Жижаев А.М., Прокопьев И.В. Исследование измельчаемости нефелиновой руды и шлака ферротитанового производства для их переработки по спекательной технологии/ /ВестникИрГТУ. - 2017. - Том 21.- № 11. – С. 167-178.

Молдабаева Г.Ж., Саукен Т.Ж.

К вопросу о переработке шлаков ферросплавного производства

Аннотация. Образование отходов в ферросплавном производстве происходит главным образом в виде шлаков, пылей и шламов газоочистки, а также ферросплавного газа. Объемы этих продуктов зависят от применяемых шихтовых материалов и технологии производства предприятия. Основным отходом при производстве ферросплавов являются шлаки, количество и состав которых зависит от применяемой технологии производства. Проблема образования отходов при производстве ферросплавов должна рассматриваться как результат применяемой технологии их производства. Для рационального подхода к его утилизации необходимо соблюдать принципы максимального сбора и улавливания отходов, а также анализа альтернатив применения на

основе точной оценки их физико-химических характеристик (химический, фракционный, минералогический составы и ряд других характеристик).

Ключевые слова:ферросплавные шлаки, утилизация, глинозем, спекание, шихта

УДК 656.21

Zh. Amanzhulova, A. Izbairova
(Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpaev,
Almaty, Kazakhstan. E-mail: Zh_askar_88@list.ru)

MATHEMATICAL BASES OF EFFECTIVE MANAGEMENT OF SHUNTING WORK AT THE CARGO STATION

Abstract. The article is devoted to the creation of algorithms for optimal sequence of combined service of cargo points without taking into account and taking into account cargo operations, which allow to minimize operating costs for maneuvering. The solution is obtained by ordering the minimum duration of the SPT (Shortest processing time sequencing) of the schedule theory.

The mathematical models presented in the article are the basic elements on the basis of which it is possible to develop a mathematical model of shunting operation of any cargo station, taking into account specific technological limitations, which allows to optimally manage shunting work by the criterion of minimizing operating costs.

Key words: shunting operations; freight handling areas; supply of freight cars; common service of freight handling points; supply and removal related freight car-hours consumption; shunting operations related operating expenditures.

Ж.А. Аманжулова, А.С. Избаирова
(М. Тынышбаев атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясы, Алматы қаласы,
Қазақстан. Электронды пошта: Zh_askar_88@list.ru).

ЖҮК БЕКЕТІНДЕГІ МАНЕВРЛІК ЖҰМЫСТАРДЫ ТИІМДІ БАСҚАРУДЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

Аннотация. Мақала маневрлік жұмысқа пайдалану шығындарын азайтуға мүмкіндік беретін жүк операцияларын жүргізуді есепке алмай және есепке ала отырып, жүк пункттеріне біріктірілген қызмет көрсетудің оңтайлы кезектілігінің алгоритмдерін құруға арналған. Шешім кесте теориясының SPT (Shortest processing time sequencing) жұмыс ұзақтығын минимум бойынша реттеу әдісімен алынды.

Мақалада ұсынылған математикалық модельдер негізгі элементтер болып табылады, олардың негізінде пайдалану шығыстарын барынша азайту критерийі бойынша маневрлік жұмысты оңтайлы басқаруға мүмкіндік беретін нақты технологиялық шектеулерді ескере отырып, кез келген жүк станциясының маневрлік жұмысының математикалық моделін әзірлеуге болады.

Түйінді сөздер: маневрлік жұмыс; жүк фронттары; вагондарды беру; вагондарды жинау; жүк пункттеріне бірлесіп қызмет көрсету; вагондарды беруге және алуға вагон-сағаттардың шығындары; маневрлік жұмысқа пайдалану шығыстары.

Кіріспе. Нарықтық қатынастардың даму шарттарында теміржол көлігінің бәсекеге қабілеттілігін жоғарылату үшін Қазақстан темір жолдары жұмысының экономикалық тиімділігін үнемі жоғарылатып тұру қажет. Бұл үшін эксплутациялық жұмыстың экономикалық критерийлер бойынша неғұлым көлемдік технологиялық операцияларын оңтайлы басқару қажет, соның ішінде жүктерді тасымалдау үшін экспулатациялық шығындарды минимизациялау керек.

Осыған байланысты жүк фронттарына жүк операцияларына вагондарды берудің және жүк операциялары аяқталғаннан кейін оларды бекеттік жолдарға шығарудың оңтайлы кезектілігін анықтау міндетін қарастырамыз. Бұл міндет темір жол көлігіндегі ең ірі міндеттердің бірі болып табылады, өйткені ол күн сайын жүк операциялары үшін ашық барлық бекеттерде шешіледі. Жүк бекеттеріндегі диспетчерлік қызметкерлермен оперативті режимде қабылданған бұл мәселенің шешілуі экономикалық тұрғыдан қаншалықты негізделген болуына, темір жолдардың маневрлік жұмыстарының және толығымен желінің экономикалық тиімділігі байланысты. Қарастырылып отырған мәселенің екінші маңызды сипаттамасы болып жедел шешудің күрделілігі табылады.

Шынымен де, n вагон топтарын бекеттің n сәйкес фронттарына берудің n саны немесе $n!$ болып табылады. Сонда, бұл мәселені 10 жүк фронттарынан аспайтын кішігірім жүк бекеті үшін де ЭЕМ көмегімен мүмкін нұсқаларды теріп таңдау арқылы шешу мүмкін емес.

Мәселенің қойылуы. Бекеттің жүк фронттарына вагондарды берудің оңтайлы кезектілігін таңдау мәселесін шешу ғылыми басылымдарда бірнеше рет қарастырылған. Мысалы, техникалық ғылымдар кандидаты Ф. Т. Мамедов жүк бекетінің жұмысын жоспарлауды жетілдіру аясында технологиялық шешімдер ұсынды [1 – 3].

Профессор Ф. П. Кочнев кітабында [4] 122 бетте вагондарды қою және жинаудың рационалды тәртібін былай деп ұсынды: «Жергілікті вагондар топтары тиеу-түсіру жұмыстары аяқталғаннан кейін жүк бекетінен жіберіледі, бір локомотивпен қызмет етілетін пункттерге жіберу кезектілігін бір вагонды қою немесе жинауға жұмсалатын локомотив-минут мөлшерінің өсу реті бойынша орнатуға болады. Бұл жағдайда вагондарды қою және жинауды күтуде минималды уақыт жұмсалады».

Физика-математикалық ғылымдар докторы Ф. И. Карпелевич және техникалық ғылымдар докторы И. Б. Сотников жұмысында [5] қадамдар саны 11-ге тең оңтайлы кезектілікті есептеудің алгоритмі ұсынылды. Бұл алгоритм бойынша жүк тиеудің 5 пункті үшін есептеу 40 секунд уақыт алады.

Техникалық ғылымдар докторлары В. Н. Иванченко және Н. Н. Лябах ғылыми жұмыстарында сұрыптау бекетінде маневрлік жұмысты жетілдіру мәселесін графтар теориясы арқылы қарастырған. Бастапқы есеп коммивояжер есебіне келтірілген, тоғыз қадамнан тұратын эвристикалық алгоритм ұсынылған [6].

Алайда атап өтілген авторлармен мәселенің аналитикалық шешімі табылмаған.

Тұңғыш рет авторлар тобы ғылыми жұмыста [7] тиімділіктің екі жеке критерийі үшін: 1) бекеттің жүк фронттарына вагондарды қоюға жұмсалған вагон-сағаттарды минимизациялау; 2) жүк фронттарында жүк операцияларын өткізуге және вагондарды қоюға жұмсалған вагон-сағаттарды минимизациялау, осы оңтайландыру есебінің математикалық негіздемесі берілді.

Аталған екі оңтайландыру критерийіне үшіншісі қосылды – жинақтық пойыз жұмысының берілген уақытында қойылған және алынған вагондардың максималды санын қамтамасыз ету [8-9].

Нәтижелер. Бұл мақалада оңтайлы кезектілікті есептеудің екі ортақ жағдайы үшін математикалық шешімі беріледі: 1) бекеттегі жүк пункттарын біріктіріп қызмет ету және 2) жүк пункттарын біріктіріп қызмет ету мен маневрлік жұмысқа минималды вагон-сағаттарды жұмсап орындалған жүк операцияларын өткізу. Шешім кесте теориясының SPT (Shortest processing time sequencing) жұмыс ұзақтығының минимумы бойынша реттеу әдісімен алынған [10]. Бұған дейін алынған жеке шешімдер жалпы салдары ретінде шығарылады.

Маневрлік локомотивтің бір рейсі барысында вагондар қойылуы немесе алынуы мүмкін, жүк операцияларына арналған жүк фронттарының белгілі бір жиынтығын темір жол бекетінің жүк пункті деп атайық. Жүк пункттері бекетке қиғаш, тізбектей немесе қиғаш-тізбектей жалғануы мүмкін. Қарастыру деңгейіне байланысты жүк пункттері, олар бекетке тікелей жанасқан кезде 1-ші деңгейде болуы мүмкін, немесе 1-ші деңгейдегі жүк пунктінің құрамында 2-ші деңгейдегі немесе 3-ші және т.б. деңгейде болуы мүмкін. бар қызмет көрсетудің.

Жүк пункттеріне маневрлік локомотивпен қызмет көрсету не вагондар тек қана жинағанда немесе тек бергенде, не вагондарды беру және жинау локомотивтің бір рейсі үшін бір мезгілде жүргізгенде біріктірілген болуы мүмкін. Ең жалпы түрдегі шешім алу үшін бекеттегі жүк пункттеріне бірлескен қызмет көрсету міндеттерін қарау кезінде қарастырылып отырған барлық жүк пункттерінің олардың бірлескен қызмет көрсетуін орындауға мүмкіндік беретін жол дамуы бар деп есептейік.

Талқылау. Жүк бекетінде бар:

- бір маневрлік локомотив;
- тиісті жүк пункттеріне жүк операцияларына беру қажет вагондары бар станциялық жолдардың саны n;
- жүк операциялары аяқталғаннан кейін бекеттік жинақтау жолдарына алып тастау қажет, оларда орналасқан вагондары бар жүк пункттерінің саны n.

Есептің келесідей бастапқы мәліметтерін береміз:

$m_i^{бер}$ – i-ші жүк пунктіне берілетін вагондардың саны, $i = 1,\ldots, n$;

$m_i^{ал}$ – i-ші жүк пунктінен алынатын вагондардың саны, $i = 1,\ldots, n$;

$t_i^{бір}$ – i-ші жүк пунктіне вагондарды беру және алу кезіндегі локомотивтің біріктірілген рейсінің ұзақтығы:

$$t_i^{\text{бір}} = t_i^{\text{тіке}} + t_i^{\text{қайт}},\ i = 1,\ldots, n, \quad (1)$$

мұнда $t_i^{\text{тіке}}$ — i-ші жүк пунктіне вагондарды берудің тікелей жарты рейсінің ұзақтығы, соның ішінде локомотивтің $m_i^{бер}$ вагондармен жүк пунктіне өту уақыты, $m_i^{ал}$ вагондардың жинақталу уақыты, $m_i^{бер}$ вагондарды жүк фронттарына қою уақыты кіреді, локомотив-сағаттар; $t_i^{\text{қайт}}$ – i-ші жүк пунктінен $m_i^{ал}$ вагондарды алу бойынша жарты рейстің ұзақтығы, локомотив-сағаттар;

$G_{\text{лок}}$ - маневрлік локомотивке тіркелетін вагондардың максималды рұқсат етілген салмағы, т;

$G\ (m_i^{бер})$, $G\ (m_i^{ал})$ – i-ші жүк пунктіне берілетін және алынатын вагондардың сәйкесінше салмағы, т;

F_i – i-ші жүк пунктінің сиымдылығы, вагондар;

$F_{жинақ}$ – бекеттік жинақтық жолдардың сиымдылығы, вагондар.

Мұнда келесідей шектеулер бар:

1) Локомотивке тіркелетін вагондардың максималды рұқсат етілген салмағы i-ші жүк пунктіне берілетін немесе алынатын вагондардың салмағынан жоғары болуы керек;

$$G_{\text{лок}} > G\ (m_i^{бер}),\ i = 1,\ldots, n, \quad (2)$$

$$G_{\text{лок}} > G\ (m_i^{ал}),\ i = 1,\ldots, n, \quad (3)$$

2) i-ші жүк пунктінің сиымдылығы берілетін немесе алынатын вагондардың жалпы санынан жоғары болуы керек;

$$F_i > m_i^{бер} + m_i^{ал},\ i = 1,\ldots, n, \quad (4)$$

3) Бекеттік жинақтық жолдардың сиымдылығы барлық жүк пункттерінен алынатын вагондардың жалпы санынан жоғары болуы керек;

$$F_{\text{жинақ}} > \sum_{i=1}^{n} m_i^{\text{ал}} \quad (5)$$

Бекеттегі жүк пункттеріне біріктірілген қызмет көрсету есебінің математикалық қойылымын қалыптастырамыз.

Жүк бекетінде көп жүк пункттері болсын $\{i\}$, жоғарыда аталған бастапқы мәліметтермен сипатталады, шектеулерді қанағаттандыруы тиіс (2) – (5). Кесте S аталсын, мұнда $[i]$ — S кестесінде маневрлік локомотивпен i -ші кезекте қызмет көрсетілетін жүк пунктінің нөмірі. S кестесінде қызмет көрсетудің басталу уақыты бірінші кезекте орындалатын рейстің басталу уақытына тең. Жүк пункттеріне бірлескен қызмет көрсетуге арналған вагон-сағаттардың жиынтық шығындарын азайтатын $S_{\text{бір/жиын}}$ кестесін анықтау қажет:

$$v^{бір} = \sum_{i=1}^{n} (m_{[i]}^{\text{бер}}\, T_{[i]}^{\text{бер}} + m_{[i]}^{\text{ал}}\, T_{[i]}^{\text{ал}}), \quad (6)$$

мұнда $T_{[i]}^{бер}$ – i-ші кезекте орындалатын вагондарды беру кезіндегі жүк пунктіне қызмет ету ұзақтығы (күту уақытын ескергенде):

$$T_{[i]}^{бер} = t_i^{\text{тіке}},\ i = 1; \quad (7)$$

$$T_{[i]}^{бер} = T_{[i]}^{ал} + t_i^{\text{тіке}},\ i = 2,\ldots, n, \quad (8)$$

$T_{[i]}^{ал}$ – i-ші кезекте орындалатын вагондарды алу кезіндегі жүк пунктіне қызмет ету ұзақтығы (күту уақытын ескергенде):

$$T_{[i]}^{\text{ал}} = \sum_{j=1}^{i} (t_{[j]}^{\text{тіке}} + t_{[j]}^{\text{қайт}}),\ i = 1, \ldots, n, \quad (9)$$

Зерттеу нәтижелері. Теорема 1. Бекеттің жүк пункттерінен вагондарды беруге және алуға жұмсалған вагон-сағаттардың ең аз мәні (6), келесідей ара қатынасты қанағаттандыратын кесте

кезінде қол жеткізіледі:

$$t_{[1]}^{бір}/(m_{[1]}^{бер}+m_{[1]}^{ал}) \le t_{[2]}^{бір}/(m_{[2]}^{бер}+m_{[2]}^{ал}) \le\ldots\le t_{[i]}^{бір}/(m_{[i]}^{бер}+m_{[i]}^{ал}) \le\ldots\le\ldots t_{[n]}^{бір}/(m_{[n]}^{бер}+m_{[n]}^{ал}) \quad (10)$$

Дәлелденуі. Ерікті реттелмеген кестені қарастырайық:

$$S_1=\{[1],[2],\ldots,[k],[k+1],\ldots,[n]\}.$$

мұнда k және $k+1$ нөмірлері табылады:

$$(t_{[k]}^{тіке}+t_{[k]}^{қайт})/(m_{[k]}^{бер}+m_{[k]}^{ал}) > (t_{[k+1]}^{тіке}+t_{[k+1]}^{қайт})/(m_{[k+1]}^{бер}+m_{[k+1]}^{ал}) \quad (11)$$

$[k]=P$ және $[k+1]=R$ деп аламыз, сонда жоғарыдағы қатынасты (11) келесідей көрсетуге болады:

$$(m_R^{бер}+m_R^{ал})(t_P^{тіке}+t_P^{қайт})-(m_P^{бер}+m_P^{ал})(t_R^{тіке}+t_R^{қайт})>0 \quad (12)$$

Белгілейміз: $v^{бір}_{басы}$ - бірінші *(k — 1)* жүк пункттеріне қызмет көрсетуге S_1 кестесінде жұмсалған вагон-сағаттар; $v^{бір}_{соңы}$ соңғы пункттерге *(n — k — 1)*қызмет көрсетуге S_1 кестесінде жұмсалған вагон-сағаттар; t — k-ші кезекте орындалатын жүк пунктіне қызмет көрсетудің басталу уақыты:

$$t=\sum_{j=1}^{k-1}(t_{[j]}^{тіке}+t_{[j]}^{қайт}) \quad (13)$$

Сонда S_1 кестесі үшін жұмсалған вагон-сағаттарды мына формула бойынша береміз (6):

$$v_1^{бір}=v^{бір}_{басы}+m_P^{бер}(t+t_P^{тіке})+m_P^{ал}(t+t_P^{тіке}+t_P^{қайт})+m_R^{бер}(t+t_P^{тіке}+t_P^{қайт}+t_R^{тіке})+m_R^{ал}(t+t_P^{тіке}+t_P^{қайт}+t_R^{тіке}+t_R^{қайт})+v^{бір}_{соңы} \quad (14)$$

S_2 - P және R тармақтары (k + 1)-ші және k-ші кезегінде қызмет көрсетілетіндіктен ғана S_1-ден ерекшеленетін кесте болсын:

$$S_2=\{[1],[2],\ldots,[k]=R,[k+1]=P,\ldots,[n]\}$$

S_1 және S_2 кестелері бір бірінен тек P және R жүк пункттеріне қызмет көрсету ұзақтығымен ғана ерекшеленеді. Бірінші (k — 1) және соңғы (n — k — 1) пункттерге қызмет көрсету екі кестеде де бір уақытта аяқталады.

S_2 кестесі үшін жұмсалған вагон-сағаттарды анықтаймыз:

$$v_2^{бір}=v^{бір}_{басы}+m_R^{бер}(t+t_R^{тіке})+m_R^{ал}(t+t_R^{тіке}+t_R^{қайт})+m_P^{бер}(t+t_R^{тіке}+t_R^{қайт}+t_P^{тіке})+m_P^{ал}(t+t_R^{тіке}+t_R^{қайт}+t_P^{тіке}+t_P^{қайт})+v^{бір}_{соңы} \quad (15)$$

S_1 және S_2 кестелерінің вагон-сағаттар шығындарының айырмасын анықтаймыз:

$$v_1^{бір}-v_2^{бір}=(m_R^{бер}+m_R^{ал})(t_P^{тіке}+t_P^{қайт})-(m_P^{бер}+m_P^{ал})(t_R^{тіке}+t_R^{қайт}) \quad (16)$$

(12) - ші формулаға сәйкес жоғарыдағы өрнек (16) нөлден көп. Осыдан, S_2 кестісі S_1 кестесінен жақсырақ екенін білеміз. S_2 кестесін жақсартудың сипатталған рәсімін (10) қатынасы әділ болатын $S_{бір/жиын}$ кестесі алынғанға дейін жүк пункттеріне қызмет көрсету кезектілігінің тиісті орнын ауыстыру арқылы жалғастыруға болады.

Нәтиже 1. Вагондарды жүк пункттеріне беруге жұмсалған вагон-сағаттардың ең аз мәніне төмендегідей қатынасы әділ болатын кесте кезінде қол жеткізіледі:

$$(t_{[1]}^{бер}/m_{[1]}^{бер}) \le (t_{[2]}^{бер}/m_{[2]}^{бер}) \le\ldots\le (t_{[i]}^{бер}/m_{[i]}^{бер}) \le (t_{[n]}^{бер}/m_{[n]}^{бер}), \quad (17)$$

мұнда $t_{[i]}^{бер}$ – i-ші кезекте вагондарды беру кезіндегі локомотив рейсінің ұзақтығы, i = 1,…, n; $m_{[i]}^{бер}$ – i-ші кезекте берілетін вагондардың саны, i = 1,…, n.

Нәтиже 2. Жүк пункттерінен вагондарды алуға жұмсалған вагон-сағаттардың ең аз мәні төмендегідей қатынасы әділ болатын кесте кезінде қол жеткізіледі:

$$(t_{[1]}^{ал} / m_{[1]}^{ал}) \le (t_{[2]}^{ал} / m_{[2]}^{ал}) \le \ldots \le (t_{[i]}^{ал} / m_{[i]}^{ал}) \le (t_{[n]}^{ал} / m_{[n]}^{ал}), \quad (18)$$

мұнда $t_{[1]}^{ал}$ i-ші кезекте вагондарды алу кезіндегі локомотив рейсінің ұзақтығы, i = 1,…, n; $m_{[i]}^{ал}$ – i-ші кезекте алынатын вагондардың саны, i = 1,…, n.

Өндірісте кей уақытта вагондарды жүк пункттеріне бергеннен кейін, маневрлік локомотивке, одан бұрын жүк операциялары орындалған вагондармен бірге алу үшін жүк операцияларының аяқталуын күтуге тура келеді. Мұндай қажеттілік, мысалы, жүк пункттері бекеттен үлкен қашықтықта болғанда немесе жүк фронттарында тиеу/түсіру уақытын тездететін тиімді тиеу-түсіру маханизмдері болғанда және т. б. пайда болады.

Осылайша, бекеттегі жүк пункттеріне толық қызмет көрсету міндетін әзірлеу үшін, сондай-ақ жүк операцияларын жүргізу уақытын ескеру қажет.

1 теореманың бастапқы мәліметтеріне қосымша келесі ақпарат беріледі:

$t_i^{жүк}$ – i-ші жүк пунктіне берілген вагондармен жасалған жүк операцияларын орындаудың қосынды уақыты;

$G^{жүк}(m_i^{бер})$ – жүк операцияларын өткізгеннен кейін берілетін вагондардың салмағы.

Мұндай жағдайда шектеулер келесідей қалыптастырылады:

1) i-ші жүк пунктіне берілетін және алынатын вагондардың салмағынан локомотивке тіркелетін вагондардың максималды рұқсат етілген салмағы жоғары болуы керек:

$$G_{лок} >= G^{жүк}(m_i^{бер}) + (m_i^{ал}),\ i = 1,\ldots, n; \quad (19)$$

2) i-ші жүк пунктінің сиымдылығы берілетін және алынатын вагондардың жалпы санынан көп болуы керек:

$$F_i > m_i^{бер} + m_i^{ал},\ i = 1,\ldots, n; \quad (20)$$

3) бекеттік жинақтық жолдардың сиымдылығы барлық жүк пункттерінен берілетін және алынатын барлық вагондардың жалпы санынан жоғары болуы керек:

$$F_{жинақ} > \sum_{i=1}^{n}(m_i^{бер} + m_i^{ал}) \quad (21)$$

Жүк пункттерінде жүк операцияларының жүргізілуін күтуді ескере отырып, маневрлік локомотивпен бекеттегі жүк пункттеріне толық қызмет көрсетудің математикалық қойылуын қалыптастырамыз.

Жүк станциясында (19) – (21) шектеулерді қанағаттандыру кезінде жоғарыда келтірілген бастапқы деректермен сипатталатын {i} жүк пункттерінің жиыны берілсін. Жүк пункттеріне толық қызмет көрсетуге арналған вагон-сағаттардың жиынтық шығындарын азайтатын $S^{жүк}_{жиын}$ кестесін анықтау қажет:

$$v^{жүк} = \sum_{i=1}^{n}(m_i^{бер} + m_i^{ал})\, T_i^{жүк} \quad (22)$$

мұнда $T_i^{жүк}$ – i-ші кезекте орындалатын жүк пунктіне қызмет көрсетудің толық ұзақтығы:

$$T_i^{жүк} = \sum_{j=1}^{i}(t_{[j]}^{тіке} + t_{[j]}^{жүк} + t_{[j]}^{қайт}),\ i = 1, \ldots, n, \quad (23)$$

Теорема 2. Вагондарды беруге және бекеттің жүк пункттерінен вагондарды алуға, жүк операцияларын жүргізуге (22) жұмсалған вагон-сағаттардың ең аз мәні төмендегідей ара қатынасы әділ кестеде қол жеткізіледі:

$$(t_{[1]}^{бір}+ t_{[1]}^{жүк})/(m_{[1]}^{бер}+ m_{[1]}^{ал}) \le (t_{[2]}^{бір}+ t_{[2]}^{жүк})/(m_{[2]}^{бер}+ m_{[2]}^{ал}) \le\ldots \le (t_{[i]}^{бір}+ t_{[i]}^{жүк})/(m_{[i]}^{бер}+ m_{[i]}^{ал}) \le\ldots\le\ldots (t_{[n]}^{бір}+ t_{[n]}^{жүк})/(m_{[n]}^{бер}+ m_{[n]}^{ал}) \quad (24)$$

Дәлелденуі:

t_i – i-ші жүк пунктіне қызмет ету кезінде локомотивтің толық рейсінің ұзақтығы, i = 1,…, n:

$$t_i = t_i^{міке}+ t_i^{жүк} +t_i^{қайт} = t_i^{бір}+ t_i^{жүк} \quad (25)$$

m_i – i-ші жүк пунктіне қызмет ету кезінде жұмыс жасайтын вагондардың саны, i = 1,…, n:

$$m_i = m_i^{бер}+ m_i^{ал} \quad (26)$$

Нәтижелерді талқылау. Осы белгілеулерге сәйкес маневрлік локомотивтің бір рейсінде жүк пунктіне толық қызмет көрсету мәселесі, i жүк пунктінен локомотивтің узақтығы t_i бір рейсінде m_i вагондарды жинақтау мәселесімен бірдей болады (22) – (24).

Қарастырылып жатқан бекетте вагондарды тарату мәселелерінде жұмсалатын вагон-сағаттарды минимизациялау критерийінен басқа, маневрлік жұмысқа жұмсалатын экспулатациялық шығындардың бағасын минимизациялау критерийі бар.

Жүк тасымалдарын басқарудың оңтайландыру міндеттерін шешу кезінде пайдалану шығыстарының ауыспалы бөлігін (өнім көлеміне байланысты) шығын бірліктері әдісі арқылы анықтау қабылданған. Маневрлік жұмысқа шығындарды үш топқа бөлінген өлшемдермен байланыстырады: жүгірме (вагон-километрлер, локомотив-километрлер, тонна-километрлер брутто), уақыттық (маневрлік локомотивтердің вагон-сағаттары, локомотив-сағаттары, локомотивтік бригадалар жұмыс уақыты), энергетикалық (электрэнергияның киловатт-сағаттары, шартты отынның килограммдары).

Жүк пункттерінен вагондарды беру немесе алуды ұйымдастырудың әр түрлі нұсқаларында жұмыстың аталған барлық өлшемдері өзгермейді, тек қана қосынды вагон-сағаттар шығындарынан басқа, олар вагондарды таратуға шығын вагон-сағаттардан және операциялар арасындағы бос тұруларға шығын вагон-сағаттардан құралады, вагондардың нақты қою немесе жинау кезектілігіне тәуелді болады.

Сәйкесінше, шешілетін мәселенің қызметі – шығын вагон-сағаттарды минимизациялау және эксплуатациялық шығындарды минимизациялау бір-біріне эквивалентті, себебі қосынды шығын вагон-сағаттарды минимизациялайтын вагондарды қою немесе жинауды ұйымдастыру нұсқасы, сонымен бірге бекетте вагондарды қою немесе жинаудағы маневрлік жұмыстарға эксплуатациялық шығындарды да минимизациялайды [11].

Қорытынды. 1. Жұмыста жүк бекетіндегі маневрлік жұмысқа жұмсалатын вагон-сағаттарды минимизациялау критерийі бойынша жүк пункттеріне біріктіріп қызмет етудің оңтайлы кезектілігін есептеудің математикалық моделі келтірілген. Берілген жалпы шешім жүк пункттеріне вагондарды беру және алудың жеке мәселелерін де шешуді қарастырады.

2. Жүк бекетінде маневрлік жұмысқа жұмсалған вагон-сағаттардың минимумы бойынша алынған, жүк операцияларын жүргізуді ескерумен жүк фронттарына біріктірілген қызмет етудің оңтайлы моделі келтірілген.

3. Шығындалған вагон-сағаттар мен эксплутациялық шығындарды минимизациялау критерийлерінің эквиваленттілігінің негіздемесі берілген.

4. Көрсетілген екі математикалық модельдер негізгі элементтер болып табылады, олардың негізінде нақты технологиялық шешімдерді ескеріп,эксплуатациялық шығындарды минимизациялау критерийі бойынша маневрлік жұмысты оңтайлы басқаруға мүмкіндік беретін кез келген жүк бекетінің маневрлік жұмысының математикалық моделін құруға болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Мамедов Ф. Т. Прогнозирование работы грузовой станции // Железнодорожный транспорт. 1977. №12. С. 48 – 49.

[2] Герасимов Ю. М., Коченков В. Н., Мамедов Ф. Т. Эффективный метод планирования работы грузовой станции // Железнодорожный транспорт. 1981. № 1. С. 23 – 27.

[3] Мамедов Ф. Т. Совершенствование планирования работы грузовой станции // Железнодорожный транспорт (Сер. Организация движения и пассажирские перевозки) / ЭИ ЦНИИТЭИ МПС. М., 1983. Вып. 4. С. 10 – 19.

[4] Организация движения на железнодорожном транспорте: учебник для вузов / Ф. П. Кочнев [и др.]. М.: Транспорт, 1979. 568 с.

[5] Карпелевич Ф. И., Сотников И. Б. Очередность подачи- уборки групп вагонов // Вестник ВНИИЖТ. 1988. № 1. С. 8 – 11.

[6] Иванченко В. Н., Ляба х Н. Н., Г уда А. Н. Программно- алгоритмическое обеспечение задачи управления маневровой работой на сортировочной станции // Вестник ВНИИЖТ. 1994. № 8. С. 38 – 40.

[7] Расчет очередности обслуживания грузовых фронтов на станции /Е. М. Тишкин [и др.] //Вестник ВНИИЖТ. 1999. № 5. С. 29 – 31.

[8] Макаров В. М., Чижов Д. А., Ширяева С. А. Решение задач оптимизации развоза вагонов по станциям и подъездным путям в центрах управления местной работой // Труды ВНИИАС. Вып. 3. М.: ЗАО «БизнесПроект», 2005. С. 76 – 83.

[9] Кожанов Е. М. Оперативный расчет плана развоза местных вагонов по опорным станциям участка // Вестник ВНИИЖТ. 2009. № 1. С. 37 – 40.

[10] Конвей Р. В., Максвелл В. Л., Миллер Л. В. Теория расписаний. М.: Наука, 1975. 359 с.

[11] Феофилов А.Н. Математические основы оптимального управления маневровой работой на грузовой станции по критерию минимизации эксплуатационных расходов // Вестник ВНИИЖТ 3/2013. С. 49-54.

Аманжулова Ж.А., Избаирова А.С.

Математические основы эффективного управления маневровой работой на грузовой станции

Резюме. Статья посвящена созданию алгоритмов оптимальной очередности совмещенного обслуживания грузовых пунктов без учета и с учетом проведения грузовых операций, позволяющих минимизировать эксплуатационные расходы на маневровую работу. Решение получено методом упорядочивания по минимуму длительности работ SPT (Shortest processing time sequencing) теории расписаний.

Представленные в статье математические модели являются базовыми элементами, на основе которых можно разработать математическую модель маневровой работы любой грузовой станции с учетом конкретных технологических ограничений, позволяющую оптимально управлять маневровой работой по критерию минимизации эксплуатационных расходов.

Ключевые слова: маневровая работа; грузовые фронты; подача вагонов; уборка вагонов; совмещенное обслуживание грузовых пунктов; затраты вагоно-часов на подачу и уборку вагонов; эксплуатационные расходы на маневровую работу.

УДК 620.92: 621.311.001.57

Y. Khidolda[1], A.V. Yurchenko[2], K.S. Zhonkeshova[1]
([1] Satbayev University, Kazakhstan, Almaty. [2] Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk
E-mail: y.khidolda@satbayev.university)

MODELING THE ENERGY CHARACTERISTICS OF THE PHOTOVOLTAIC PANEL IN MATLAB/SIMULINK

Abstract. Using well-known definitions, equations are derived for calculating the energy characteristics of a photovoltaic panel. In the MATLAB / Simulink environment, a photovoltaic panel of the CHN250-60P type was simulated, which took into account changes in the level of solar radiation and the difference in ambient temperature. An experimental verification of the calculated ratios of the MATLAB model on a photovoltaic panel was carried out.

Key words: Photovoltaic panel, PP elements, MATLAB-Simulink, volt-ampere characteristics.

Е. Хидолда[1], А.В. Юрченко[2], К.С. Жонкешова[1]
([1]Satbayev University, Казахстан, Алматы. [2]Томский политехнический университет,
Россия, Томск. y.khidolda@satbayev.university

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПАНЕЛИ В MATLAB/SIMULINK

Аннотация. С помощью общеизвестных определений выведены уравнения для расчета энергетических характеристик фотоэлектрической панели. В среде MATLAB/Simulink смоделирована фотоэлектрическая панель типа CHN250-60P, в которой учитывались изменения уровня солнечного излучения и перепада температуры окружающей среды. Проведена экспериментальная проверка расчетных соотношений MATLAB-модели на фотоэлектрической панели.

Ключевые слова: фотоэлектрическая панель, элементы ФП, MATLAB-Simulink, вольт-амперная характеристика.

Создание высоко эффективных фотоэлектрических элементов и панелей является одной из актуальнейшей задачей развития гелиоэнергетики. Необходимо иметь возможность определить энергетических характеристик фотоэлектрических панелей (ФП) под действием климатических факторов, сравнить эффективность использования различных ФП, оценить поведение фотоэлектрических преобразователей в различных режимах работы. Для эффективного использования фотоэлектрических элементов необходимо знать точку максимальной мощности и обеспечить такой режим, чтобы отдаваемая мощность при изменении окружающих условий была наибольшей. При отработке ФП используют имитаторы солнечных батарей, позволяющие воспроизводить характеристики ФП под влиянием разнообразных внешних воздействий. Определение поведения и воспроизведения характеристик солнечного элемента и ФП осуществляется с помощью моделирования. По сравнению с экспериментальным путем, математическое моделирование представляет более быстрый, удобный и дешевый способ отработки ФП. Для воспроизведения характеристик ФП чаще всего используются аналитические модели, в котором строятся эквивалентные электрические схемы и основные уравнения ФП [1, 2].

Фотоэлектрическая панель строится из серии последовательно-параллельной комбинации солнечных элементов по эквивалентной схеме на рисунке 1. В любом фотоэлементе наряду с оптическими потерями существуют электрические потери, связанные с наличием дефектов в полупроводниковой структуре и сопротивления полупроводникового материала незанятого металлизацией области пространственного заряда, а также потери, связанные с затенением лицевым омическим контактом части рабочей поверхности ФП [3]. Потери на затенение можно описать эффективной площадью ФП, которая должна учитываться при подсчете тока короткого замыкания.

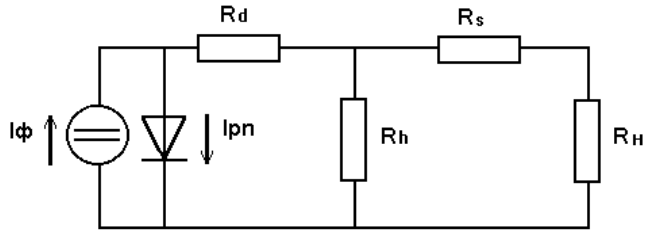


Рис. 1. Эквивалентная схема фотоэлектрической панели

На схеме обозначено:

$I_ф$ – ток, обусловленный генерацией носителей потоком света, равный току короткого замыкания для идеального ФП;

I_{pn} – темновой ток p-n перехода, который описывается выражением (1);

R_d – диффузионное сопротивление, обусловленное конструкцией лицевого контакта. Оно связано с глубиной залегания перехода и структурой лицевого омического контакта;

R_h – шунтирующее сопротивление, обусловленное дефектами ФП;

R_s – сопротивление, в которое входят: сопротивление металлизации и омических контактов, а также сопротивление объема полупроводника;

$R_н$ - сопротивление нагрузки.

Вольт-амперная характеристика (ВАХ) ФП при отсутствии освещения представляет собой ВАХ p-n перехода [4]:

$$I = I_{pn} = I_S \cdot (e^{\frac{qV}{kT}} - 1) \quad (1)$$

где I_S – ток насыщения, создаваемый свободными носителями, сгенерированными за счет теплового возбуждения;

$e^{\frac{qV}{kT}}$ – экспонента комплексного переменного, определяемая от объема заряда электрона, подаваемого напряжения, постоянной Больцмана и температуры ФП.

С учетом эквивалентной схемы ФП на основе теории четырехполюсников, получим выражение для ВАХ реального ФП. В качестве пассивного Т-образного четырехполюсника здесь выступает цепь из трех сопротивлений R_d, $R_н$, R_s. Для такого четырехполюсника матрица прямой передачи записывается в виде [5]:

$$\|A\| = \begin{Vmatrix} 1+\frac{R_d}{R_h} & R_d + R_s + \frac{R_d \cdot R_s}{R_h} \\ \frac{1}{R_h} & 1+\frac{R_S}{R_h} \end{Vmatrix} \quad (2)$$

Система уравнений запишется:

$$U_I = \left(1+\frac{R_d}{R_h}\right)\cdot U + \left(R_d + R_s + \frac{R_d \cdot R_S}{R_h}\right)\cdot I$$
$$U_I = \frac{1}{R_h}\cdot U + \left(1+\frac{R_S}{R_h}\right)\cdot I \quad (3)$$

где U_I и I_I - напряжение и ток идеального ФП.

U и I - напряжение и ток, развиваемые на нагрузке при наличии сопротивлений [6].

Зная зависимость тока от напряжения для идеального ФП, можно рассчитать ВАХ для реального ФП:

$$U = \frac{kT}{q} ln\left[\frac{I_ф - I}{I_s} - \frac{U - IR_S}{I_S R_h}\right] - I\cdot\left(R_d + R_S + \frac{R_d \cdot R_S}{R_h}\right) \quad (4)$$

Вольт-амперная характеристика реальной ФП будет отличаться от идеальной ВАХ, это связано влиянием сопротивлений реальной ФП (Рисунок 2).

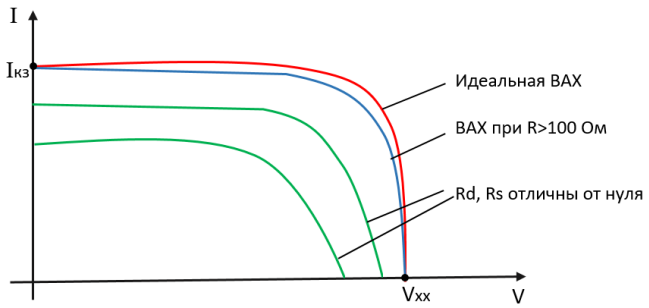


Рис. 2. Влияние последовательного и шунтирующего сопротивлений на вид ВАХ ФП

Коэффициент полезного действия (КПД) ФП определяется, как отношение максимальной мощности, отдаваемой в нагрузку ФП к мощности солнечного излучения, падающего перпендикулярно рабочей поверхности [7]:

$$\eta = \frac{U_p \cdot I_P}{P_C}\cdot 100\% \quad (5)$$

где U_p и I_p - напряжение и ток в рабочей точке ФП (при которых достигается максимальная мощность, отдаваемая в нагрузку согласно рисунку 3);

P_c - мощность падающего на ФП излучения.

КПД фотоэлектрических панелей определяется при температуре 25°С и мощности солнечного излучения - 1000 Вт/см² [8].

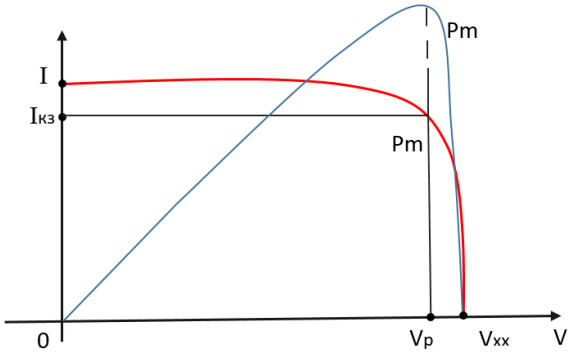


Рис. 3. ВАХ ФП и зависимость выделяемой мощности на нагрузке от напряжения

При замыкании ФП на конечное сопротивление выходная мощность, выделяемая на этом сопротивлении, будет равна (на 1 см²):

$$P = I \cdot U = I_S \cdot U \cdot \left(exp\left[\frac{qU}{kT}\right] - 1\right) - I_{кз}U \tag{6}$$

Условие максимума мощности, отдаваемой в нагрузку, получаем положив выражения ($\frac{dP}{dV} = 0$) для напряжения в рабочей точке:

$$U_p = \frac{kT}{q} ln\left(\frac{\frac{I_{кз}}{I_S} + 1}{1 + \frac{q}{kT}U_p}\right) \cong U_{XX} - \frac{kT}{q} ln\left(1 + \frac{q}{kT}U_p\right) \tag{7}$$

где $U_{XX} = \frac{kT}{q} ln\left(\frac{I_{кз}}{I_S} + 1\right)$ – напряжение холостого хода;

$I_{кз}$ – ток короткого замыкания на ФП, $I_p \cong I_{кз} \cdot \frac{1}{1+\frac{q}{kT}V_p}$

Определяем максимальную мощность выделяемой на нагрузке:

$$P_M = I_{кз} \cdot \left[U_{XX} - \frac{kT}{q}\ln\left(1 + \frac{q}{kT}U_p\right) - \frac{kT}{q}\right] \tag{8}$$

Таким образом, с помощью выше перечисленных уравнений можно определить значения U_p, I_p, P_m, $R_н$.

Для моделирования ФП использована программа MATLAB/Simulink [9]. Компьютерная модель выполнена для кремниевой поликристаллической солнечной панели типа CHN250-60P, которая имеет следующие технические данные (Таблица 1). Количество панелей – 2. Они установлены на общей каркасной конструкции и подключены между собой последовательно.

Таблица 1. **Паспортные данные исследуемой фотоэлектрической панели**

Тип фотоэлектрической панели	CHN250-60P
Номинальная мощность	250 Вт
Номинальное напряжение	35,5 В
Напряжение разомкнутой цепи	44 В
Ток короткого замыкания	7,04 А
КПД панели	17%

Рабочий температурный диапазон	от -40°C до +85°C
Тип элементов	кремниевые поликристаллические солнечные элементы Grade AA++
Количество и размер фотоэлементов	60 (6x10), 155x156мм
Площадь поверхности	1650x992x40 мм
Вес	22 кг

Результаты моделирования приведены на рисунках 4-7.

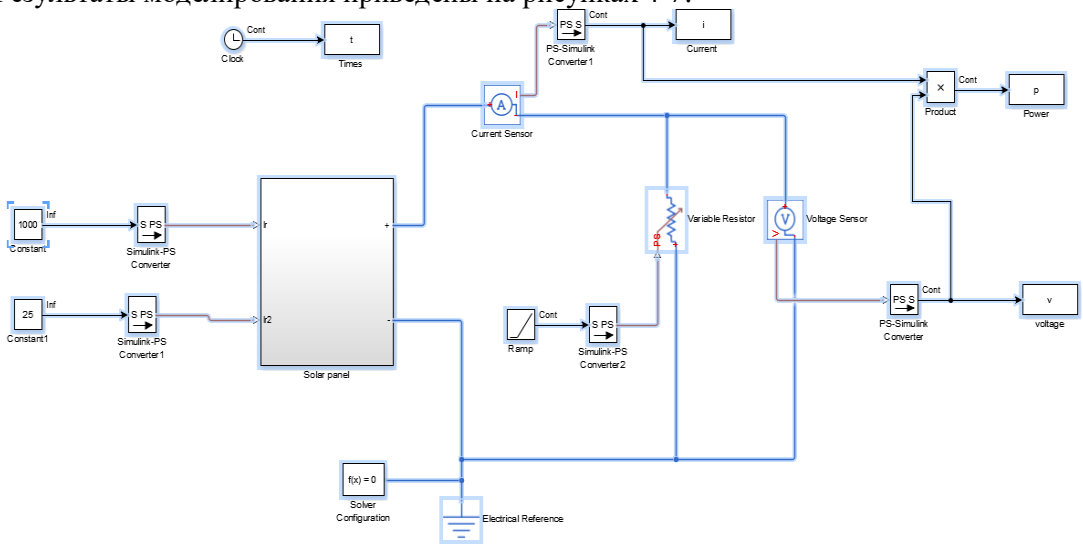


Рис. 4. Модель солнечной панели в Matlab/Simulink

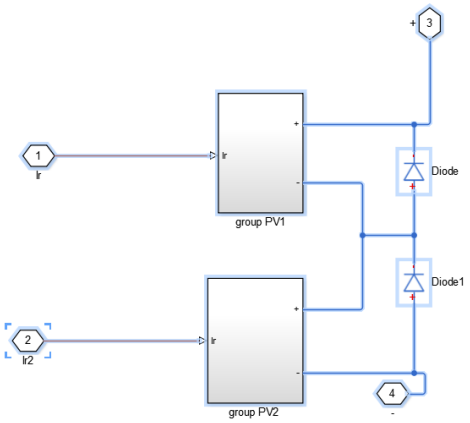


Рис. 5. Модель подсистемы PV Subsystem

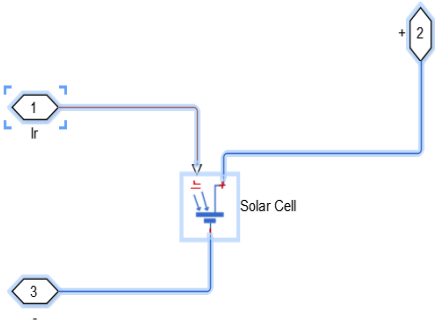
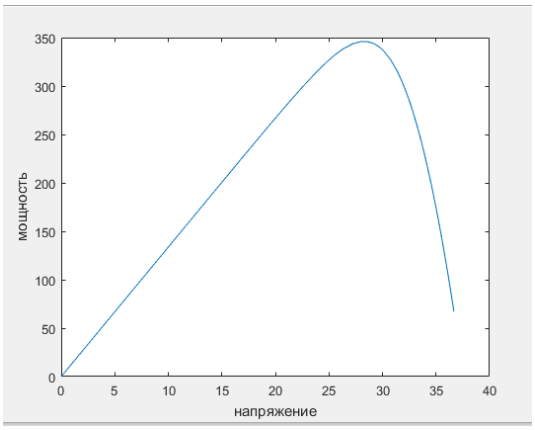
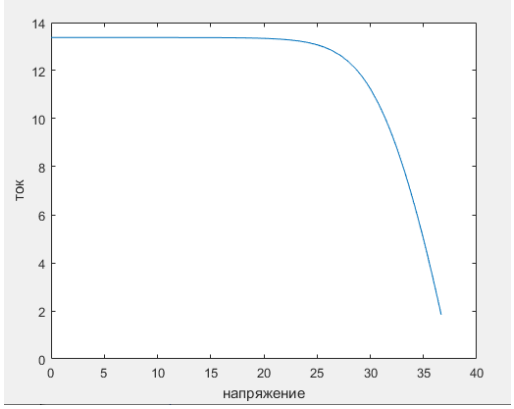


Рис. 6. Модель подсистемы Subsystem 1



а)



б)

Рис. 7. Вольт-амперная характеристика (а – зависимость *U=f(P)*, б - зависимость *U=f(I)*) фотоэлектрической панели CHN250-60P для уровня освещенности 1000 Вт/кв.м.

На рисунке 7 представлены расчетные характеристики тока и мощности солнечной панели для уровня освещенности солнечного элемента E = 1000 Вт/кв.м [10]. Из рисунка видно, что наибольшая эффективность солнечной панели возникает при фиксированном положении рабочей точки при максимальной мощности. Для сравнения достоверности модели, на кафедре «Энергетики» Satbayev University проводились экспериментальные исследования энергетических характеристик солнечной панели типа CHN250-60P при изменении уровня солнечной инсоляции от 300 до 1000 Вт/кв.м, которая является наиболее доступной на широте Казахстана. Для сравнения результатов были взяты данные полученные от 25 мая 2019 г., проведенные на полигоне ГМК. Результаты сравнения приведены в таблице 2 и на рисунке 8.

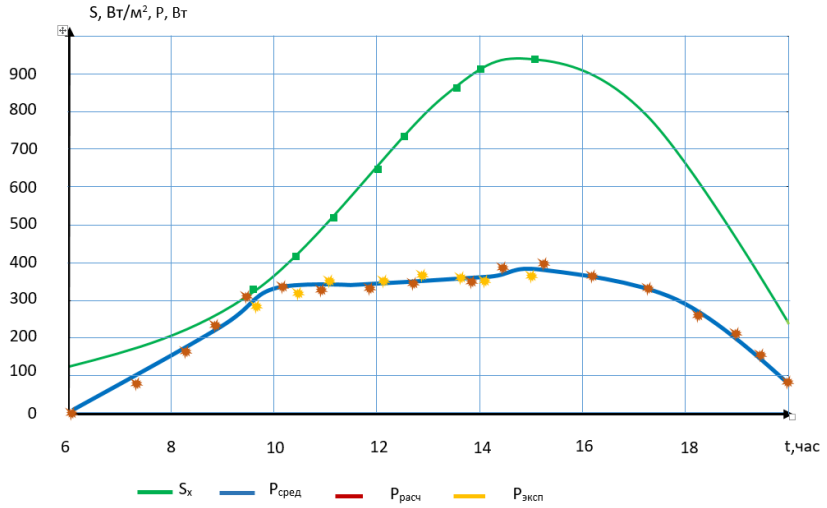


Рис. 8. Диаграмма изменения выходной мощности солнечной панели типа CHN250-60P в зависимости от уровня солнечной инсоляции за один день (25.05.2019 г.)

Таблица 2. **Сравнение экспериментальных и расчетных данных**

S, Вт/м^2	304,5		410,9		520,5		640,4		717,3		885		900,5		930	
T, ^{0}C	34		34		35		36		39		39		37		36	
$P_{вых}$, Вт	$P_{расч}$	$P_{экс}$	$P_{расч}$	$P_{экс}$	$P_{расч}$	$P_{экс}$	$P_{расч}$	$P_{экс}$	$P_{расч}$	$P_{экс}$	$P_{расч}$	$P_{экс}$	$P_{расч}$	$P_{экс}$	$P_{расч}$	$P_{экс}$

	301	297	322	312	334	336	337	339	340	352	343	345	372	365	390	377

Из таблицы видно, что результаты модели совпадают с результатами эксперимента с точностью от 5% до 15%, большие отклонения получаются при малых значениях уровня солнечной инсоляции. Важно отметить, что диапазон работы данной модели при допустимых отклонениях (меньше 5%) действителен для уровня солнечной инсоляции более 300 Вт/м2. При значениях Sx<300Вт/м2 модель дает большие отклонения от реальной ФП, что является основным недостатком данной модели.

Таким образом, можно резюмировать результаты работы в следующим образом:

1) Построена компьютерная Matlab-модель солнечной панели включающая в себя солнечные элементы и активную нагрузку. Модель солнечной панели выполнена по модульному принципу;

2) Разработана блок-система солнечной панели для размещения в библиотеке Matlab/Simulink;

3) Экспериментальная проверка расчетных соотношений Matlab-модели солнечной панели типа CHN250-60P подтвердила их справедливость;

4) Получены выражения, позволяющие рассчитывать характеристики солнечного элемента с учетом уровня солнечной инсоляции и температуры окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

[1] M. Hamakawa. Solar photovoltaics - recent progress and its new role. // Optoelectronics Dev.and.Tech.- 1990.- v.5.- № 2.- pp.113-125.

[2] Лысенко В. С., Гафаров А. А., Смородин Г. С. Моделирование характеристик солнечного модуля // Международный научный журнал (Россия) – 2016. - № 29 (133) - С 102-112.

[3] Юрченко А.В., Волгин А.В., Козлов А.В., Автоматизированные системы контроля и управления солнечными энергетическими системами / Инноватика-2016: XII Международная школа-конференция студентов, аспирантов и молодых ученых, 20-22 апреля 2016 г. Томск, Россия - с. 149-154.

[4] С.Зи. Физика полупроводниковых приборов. М.: Мир, 1984.-т.2.- С. 399 -405.

[5] Козлов А.В. Контроль влияния параметров атмосферы на энергетические характеристики кремниевой солнечной батареи. Томск-2008.- 32-37 стр.

[6] А.Ф.Городецкий. А.Ф.Кравченко, Е.М.Самойлов. Основы физики полупроводников и полупроводниковых приборов. Новосибирк:Наука, 1966.-с.240.

[7] А.М.Васильев, А.П.Ландсман. Полупроводниковые фотопреобразователи. М.: Сов. Радио, 1971.-с.248

[8] ГОСТ 28977-91(МЭК 904-1-87). Фотоэлектрические приборы. Часть 1., 2. Измерение фотоэлектрических ВАХ. М.: Издательство стандартов, 1991.

[9] Интернет журнал «Environmental Systems Research»: [электронный ресурс]: 2015 г. Электронный журнал https://link.springer.com/content/pdf/10.1186/s40068-015-0047-9.pdf (дата обращения: 24.12.2019).

[10] Интернет журнал «Наука ведение»: [электронный ресурс]: том 8, №6 ноябрь-декабрь 2016 г. Электронный журнал http://naukovedenie.ru/PDF/120TVN616.pdf (дата обращения: 20.12.2019).

Хидолда Е., Юрченко А. В., Жонкешова К. С.

Matlab/simulink ортасында фотоэлектрлік панельдің энергетикалық сипаттамаларын модельдеу

Түйіндеме Белгілі анықтамаларды қолдана отырып, фотоэлектрлік панельдің энергетикалық сипаттамаларын есептеу үшін теңдеулер қорытылып алынды. MATLAB/Simulink ортасында күн радиациясы деңгейінің және қоршаған орта температурасының өзгеруі жағдайында CHN250-60P типті күн панелінің моделі алынды. MATLAB моделінде алынған мәліметтер эксперимент жүзінде фотоэлектрлік панельде алынған мәліметтермен салыстырылды.

Түйін сөз: фотоэлектрлік панель (ФП), ФП элеметтері, MATLAB-Simulink, вольт-амперлік сипаттама.

ӘОЖ 612.392.74:664.641

A. S. Umirbekova, A. S. Borankulova, Zh. S. Dosmyrza, G. S. Borankulova

PREPARATION OF RYE BREAD USING NATURAL LIQUID RYE SOURDOUGH WITHOUT YEAST

Abstract. The full technological modes and parameters of baking bread from rye flour using natural liquid rye sourdough without yeast enriched with pumpkin puree are given.

Keywords: liquid rye sourdough, rye bread.

А.С. Умирбекова, А.С. Боранкулова, Ж.С. Досмырза, Г.С. Боранкулова
(М.Х. Дулати атындығы Тараз мемлекеттік университеті,
Қазақстан, Тараз қаласы. ali_asel@mail.ru)

АШЫТҚЫСЫЗ ӨЗДІГІНЕН АШЫТЫЛҒАН СҰЙЫҚ ҚАРА БИДАЙ АШЫМАЛЫН ҚОЛДАНЫП ҚАРА БИДАЙ НАНЫН ДАЙЫНДАУ

Андатпа. Асқабақ езбесімен байытылған ашытқысыз өздігінен ашытылған сұйық қара бидай ашымалын қолданып қара бидай ұнынан нан дайындаудың толық технологиялық режимдері мен параметрлері көрсетілген.

Түйін сөздер: сұйық қара бидай ашымалы, қара бидай наны.

Адамдардың денсаулығын сақтап тұру үшін, олардың еңбекке қабілеттілігін және ұзақ жасау белсенділігін арттыруда, ағзаны барлық қажетті қоректік заттармен, соның ішінде аминоқышқылды құрамы бойынша толық құнды ақуызды заттармен, микронутриенттермен – дәрумендермен, минералды заттармен және микроэлементтермен жүйелі түрде қамтамасыз етіп тұру қажет.

Нан өнімдері біздің еліміздің негізгі өнімдерінің бірі болған және де солай болып та қала береді. Нан өнімдерін барлық жерлерде күнделікті тұтыну оның ең маңызды азық –түлік ретінде есептеуге мүмкіндік береді, оның тағамдық құндылығы бірінші дәрежелі мәнге ие. Нан өнімдері энергияға есептегенде 50% дейінгі тәуліктік қажеттілікті және 75% дейін өсімдік ақуызына деген қажеттілікті қамтамасыз етеді [1,2].

Қара бидай ұнының наны бидай ұнының нанынан бірегей дәмі мен хош иісіне және өзінің тұтынушылық қасиетін әлдеқайда ұзағырақ сақтауымен ерекшеленеді. Оның жоғары қышқылдылығы патогенді бактериялардан, ең алдымен көгеруден және картоп ауруынан қорғаныс болып табылады. Тамақтану ғылымында қара бидай ұнының наны бидай ұнының нанына қарағанда пайдалы екені дәлелденген. Оның құндылығы көп мөлшерде алмастырылмайтын амин қышқылдарына, атап айтқанда, лизин, және аргинин, сонымен қатар В және РР дәрумендеріне де байланысты.

Нан өндіру технологиясының негізіне спирттік және сүт қышқылды ашудың микробиологиялық үрдісі, сонымен қатар қоздырушы болып табылатын ашытқылар және сүт қышқылды бактериялар жатады. Ашымал және қамыр микроағзалары дайын өнімнің сапасына айтарлықтай әсер етеді, сонымен қатар шалаөнімдердің қажетті мөлшерде қопсуын және қышқылдануын қамтамасыз етеді және нанның дәмімен хош иісін қалыптастыруға қатысады [3,4].

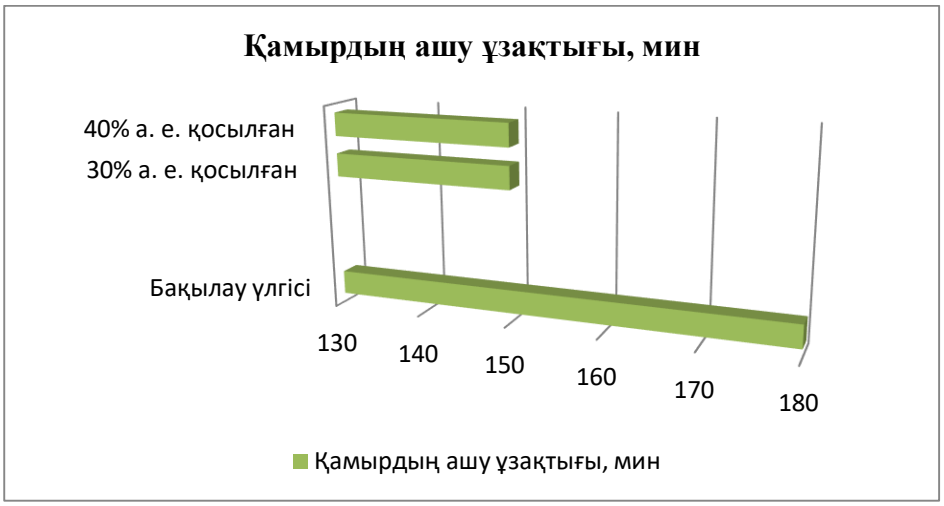
Ұн салмағының 30% және 40% мөлшерде қосылған асқабақ езбесінің қосылып үш фазада сұйық қара бидай ашымалы дайындалды. Ылғалдылығы әртүрлі асқабақ езбесі қосылған сұйық қара бидай ашымалынан қамыр илелеуге 200 г қара бидай ұнына су мөлшерін есептей отырып рецептура құрастырылды. Зертеу барысында 0,4 кг қамырды сұйық қара бидай ашымалында дайындау рецептурасы және технологиясы 1–ші кестеде көрсетілген.

1-кесте. **Қамырды сұйық қара бидай ашымалында дайындау рецептурасы және физико – химиялық көрсеткіштері**

Көрсеткіштері	Шикізат мөлшері		
	Бақылау үлгісі	Асқабақ езбесі қосылған ашымалда	
Рецептура		30%	40%
Қара бидай ұны, г	200	200	200
Сұйық ашымал, г	182	182	182
Тұз, г	4	4	4
Су, г	39,3	39,3	39,3
Физико – химиялық көрсеткіштері			
Температурасы, °С	30	30	30
Ашу ұзақтығы, мин	180	150	150
Ылғалдылығы, %	49	49	49
Қышқылдылығы, град	11	11	11

Асқабақ езбесі қосылған қамырдың сапа корсеткіштері сынақ ашымалда дайындалған қамырға қарағанда өте жақсы болды. Ол қамырдың ашу ұзақтығына әсер етті.

30 және 40% асқабақ езбесі қосылған ашымалдарда иленегн қамырдың ашу ұзақтығын 180 минуттан 150 минутқа қысқарды. (сурет 1).



1-сурет. Асқабақ езбесі қосылған ашымалда дайындалған қамырдың ашу ұзақтығының салыстырмалы көрсеткіші

Осы әзірленеген қамырлардың ашу ұзақтығы біткеннен кейін, оларды қалыпқа салып жетілдіруге қойылады. Жетілдіру шкафының температурасы 35°С, ылғалдылығы 80%-тен аспауы керек. Жетілдіру ұзақтығы 90 минутты құрайды. Жетілдіруден кейін қамырды алдын ала 220°С температурада қыздырылған пешке салып, 40 минут аралығында пісірілді.

Зерттеу барысындағы қара бидай қамырын жетілдіру мен нанын пісіру технологиясы 2–ші кестеде көрсетілген.

2-кесте. **Қара бидай қамырын жетілдіру мен нанын пісіру параметрлері**

Көрсеткіштері	Шикізат мөлшері		
	Бақылау үлгісі	Асқабақ езбесі қосылған ашымалда	
Технологиялық бөлім		30%	40%
Қамырды жетілдірудің технологиялық параметрлері			
Жетілу уақыты, мин	90	60	60
Температурасы, °С	35	35	35
Жетілдіру шкафының ылғалдылығы, %	80	80	80
Нан пісірудің технологиялық параметрлері			
Пісу уақыты, мин	40	40	40
Пісу температурасы, °С	220	220	220

Нәтижесінде 30% және 40% асқабақ езбесі қосылған ашымалдарда иленегн қамырдың жетілу ұзақтығы 90 минуттан 60 минутқа қысқарды. Ал пісірілген нанның сапа көрсеткіштері жақсы нәтижелерді көрсетті.

Асқабақ езбесі қосылған сұйық қара бидай ашымалында дайындалған нан сапасының көрсеткіштері бойыншамынадай нәтижелерді көрсетті:сақтау кезінде ылғалдылығы және қышқылдылығы талаптарға сай, әрі кеуектілігі және көлемі бойынша жақсы көрсеткіштер көрсетті (сурет 2).

Сынақ нан 30% а.е қосылған 40% а.е қосылған

2-сурет. Қара бидай нанының салыстырмалы суреттері

Нан қыртысының түсі анағұрлым айқын, қанық, дәмді, хош иісті, биологиялық құндылығы жоғары және емдік–профилактикалық қасиеттерге ие болды. Нанның сапа көрсеткіштері жақсарды, тағамдық құндылығы артты, сонымен қатар нанның сақтау ұзақтығы артты, зең саңырау құлақтары, яғни көгеруі байқалмады. Наның органолептикалық және физика – химиялық көрсеткіштері 3–ші кестеде көрсетілген.

3-кесте. Нанның органолептикалық және физика – химиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштері	Шикізат мөлшері		
	Бақылау үлгісі	Асқабақ езбесі қосылған ашымалда	
		30%	40%
Органолептикалық көрсеткіштері			
Түсі	Қою қоңыр	Қоңыр	Қоңыр- сарғыш
Дәмі	Өзіне тән қышқылтым дәмді, бөтен дәм жоқ	Өзіне тән қышқылтым дәмді, бөтен дәм жоқ	Өзіне тән қышқылтым дәмді, бөтен дәм жоқ, асқабақ сәл сезіледі
Иісі	Өзіне тән хош иісті, бөтен иіссіз	Өзіне тән хош иісті, бөтен иіссіз	Өзіне тән хош иісті, бөтен иіссіз
Физика – химиялық көрсеткіштері			
Ылғалдылығы,%	51	51	51
Қышқылдылығы, град	12	12	12
Кеуектілігі	48,5	48	48,5

Қорытындылай келе, зерттеудің негізгі бағыты бойынша табиғи өздігінен ашытылып дайындалған ашымалға, коректік қоспасының құрамына асқабақ езбесін қосып, нанның сапа көрсеткіштері жақсарды, тағамдық құндылығы артты, сонымен қатар нанның сақтау ұзақтығы артты, зең саңырау құлақтары, яғни көгеру болмайды, нанның дәмі мен хош иісі артып, түсі қанық түс болды, ашымал дайын дау және қамыр ашыту үрдістері қысқарды деген тұжырым жасауға болады:

− қара бидай ұнының наубайханалық қасиетіне баға беруде, оның көрсеткіштері бойынша сұйық қара бидай ашымалындағы сүт қышқылды бактериялардың симбиотикалық дамуы үшін қолайлы екені негізделді;

− асқабақ езбесі қосылған ашымалдан дайындалған қамырдың сапа көрсеткіштері сынақ қамырына қарағанда жақсарғаны байқалды;

– асқабақ езбесі қосылған ашымалдан дайындалған қамырдан пісірілген нанның түсі айқындал түсіп, хош иісі мен дәмі одан әрі жақсара түсті;

– өнімнің сапасына баға беру кезінде ең үлкен көлем және кеуектілікті 40% асқабақ езбесі қосылған ашымалдан дайындалған нан көрсетті.

ӘДЕБИЕТ

[1] Ауэрман Л. Я. Технология хлебопекарного производства: Учебник. 9-е изд.; перераб. и доп./ Под общ.ред. Л. И. Пучковой. - СПб. Профессия,2002 г.

[2] Л.П.Пащенко Биотехнологические основы производства хлебобулочных изделий Москва «КОЛОС» 2002.

[3] Матвеева И.В., Белявская И.Г. Биотехнологические основы приготовления хлеба: учеб. Пособие для вузов - М: ДеЛи принт, 2001 г.

[4] Л.Ф.Зверева, Б.И.Черняков “Технология и технохимический контроль хлебопекарного производства”, Москва, 1983 ж

[4] Афанасьева О.В. Микробиология хлебопекарного производства /О.В.Афанасьева; С. –Петерб. фил.Гос. НИИ хлебопекар. пром-ти (СПб Ф ГосНИИХП). – СПб.: Береста, 2003.

[6] Козьмина Н.П. Биохимия хлебопечения. М.: Пищ. пром-сть, 1978.277 с.

[7] Plessas S, Alexopoulos A, Mantzourani I, Koutinas A, Voidarou C, Stavropoulou E, Bezirtzoglou E. Application of novel starter cultures for sourdough bread production. Anaerobe. 2011;17:486–489.

[8] Crowley P, Schober T, Clarke C, Arendt E. The effect of storage time on textural and crumb grain characteristics of sourdough wheat bread. Eur Food Res Technol. 2002;214:489–496.

[9] Bello F, Clarke C, Ryan L, Ulmer H, Schober T, Strom K, Sjogren J, van Sinderen D, Schnurer J, Arendt E. Improvement of the quality and shelf life of wheat bread by fermentation with the antifungal strain *Lactobacillus plantarum* FST 1.7. J Cereal Sci. 2007;45:309–318.

[10] Родина Т.М., Николаева М.А., Елисеева Л.Г.«Справочник по товароведению продовольственных товаров» издательства «КолосС» 2003.

Умирбекова А.С., Боранкулова А.С., Досмырза Ж.С., Боранкулова Г.С.

Приготовление ржаного хлеба с использованием естественной природной жидкой ржаной закваски без дрожжей

Резюме. Приведены полные технологические режимы и параметры выпечки хлеба из ржаной муки с использованием естественной природной жидкой ржаной закваски без дрожжей обогащенного тыквенным пюре.

Ключевые слова: жидкая ржаная закваска, ржаной хлеб.

УДК 625.7.08

[1]I.Y. Volokitina, [1]A.V. Volokitin, [1]M.U. Tursunov, [2]Ye.P. Orlova, [1]G.Ye. Akhmetova
([1]Karaganda State Industrial University, Temirtau, Kazakhstan
[2] Satbayev University, Almaty, Kazakhstan. irinka.vav@mail.ru)

CHANGE OF STRUCTURE OF TITANIUM TORSIONALLY HIGH PRESSURE

Abstract. The results of the study of the formation of an ultrafine-grained structure in titanium under severe plastic deformation (SPD) by the torsion method under high pressure at a temperature of 450° C are presented. It is shown that an almost homogeneous structure with a subgrain size of ~ 1 μm forms in titanium. The nature of the structure formed in the sample shows that the formation of the QMS structure is associated with the flow of continuous dynamic recrystallization through the formation of a substructure, the interaction of sub-boundaries with dislocations and the formation of high-angle boundaries. Strength properties after deformation by torsion under high pressure increase after 6 cycles 3 times.

Key words: severe plastic deformation, titanium, microstructure, mechanical properties.

[1]И.Е. Волокитина, [1]А.В. Волокитин, [1]М.У. Турсунов, [2]Е.П. Орлова, [1]Г.Е. Ахметова
([1]Карагандинский государственный индустриальный университет,
Казахстан, Темиртау. [2]Satbayev University, Казахстан, г. Алматы. irinka.vav@mail.ru

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ТИТАНА, ПОДВЕРГНУТОГО КРУЧЕНИЮ ПОД ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ

Аннотация. Представлены результаты исследования формирования ультрамелкозернистой структуры в титане при интенсивной пластической деформации (ИПД) методом кручения под высоким давлением при температуре 450ºС. Показано, что в титане формируется практически однородная структура с размером субзерен ~ 1мкм. Характер сформированной в образце структуры показывает, что формирование СМК структуры связано с протеканием непрерывной динамической рекристаллизации путем формирования субструктуры, взаимодействием субграниц с дислокациями и образованием высокоугловых границ. Прочностные свойства после деформирования методом кручения под высоким давлением увеличиваются после 6 циклов в 3 раза.

Ключевые слова: интенсивная пластическая деформация, титан, микроструктура, механические свойства.

Введение

Для многих случаев применения, особенно в ответственных или малогабаритных изделиях, уровень механических и функциональных свойств, которыми обладают титан и его сплавы в обычном крупнозернистом состоянии, является недостаточным. Поэтому необходимым условием более эффективного использования функциональных свойств этих материалов является повышение пределов текучести и прочности. Анализ имеющихся результатов исследований показал, что ресурс повышения прочностных свойств сплавов на основе титана традиционными методами легирования и термомеханических обработок в значительной степени исчерпан. Это стимулировало процесс разработки методов интенсивной пластической деформации (ИПД), ориентированных на получение сплавов данной группы с субмикрокристаллической (СМК) и/или нанокристаллической (НК) структурами. Применение методов ИПД к титану и его сплавам требует исследований, которые заключаются в экспериментальном определении режимов деформирования, позволяющих получать объемные бездефектные заготовки с однородной НК и СМК структурами и повышенным комплексом физико-механических свойств.

Для получения НК и СМК состояний в титане используются различные методы и схемы пластической деформации: всесторонняя ковка, прокатка, равноканальное угловое прессование, кручение под высоким давлением и др. [1–3]. Каждый из них может привести к значительному повышению прочности материала [5–9] при сохранении определенного запаса пластичности. Известно, что интенсивная пластическая деформация кручением под высоким давлением (ИПДК) позволяет достигать наибольших степеней деформации в материалах и измельчения зерен вплоть до нанокристаллических размеров [4-5]. Поэтому для деформирования титана был выбран метод пластической деформации кручением, который позволит достичь предельных степеней измельчения зеренной структуры титана за счет применения сверхбольших степеней деформации сдвигом в условиях высокого приложенного давления.

Кручение под высоким давлением (КВД) впервые было применено для обработки металлических материалов П. Бриджменом в 1935 г. [6]. Свое второе рождение метод получил благодаря работам российских ученых в 70-90-е гг. прошлого столетия, в которых он был использован для получения НС состояний многих чистых металлов, сплавов, интерметаллидов и керамик.

Поэтому целью работы является исследование эволюции структуры и механических свойств титана, подвергнутого интенсивной пластической деформации кручением.

Материал и методика исследования

В качестве объекта исследования для лабораторного эксперимента был выбран технически чистый титановый сплав марки ВТ1-0. Химический состав титанового сплава ВТ1-0 (Grade-4) (% (мас.)): Fe - 0,25; O - 0,20; Si - 10; C - 0,07; N - 0,04. Исходные заготовки диаметром 20 мм и толщиной 0,5 мм нагревали в печи при 800°С, выдерживались 20 мин с закалкой в воде для гомогенизации и ликвидации термомеханической предыстории сплавов. Затем сплавы подвергали кручению под высоким давлением (Р=6 ГПа) при температуре 450ºС, количество циклов n=6.

Обработку поверхности образцов для металлографических исследований проводили путем механического шлифования с использованием наждачной бумаге, которая менялась с убывающим размером зерна. Травление проводили в смеси кислот HNO_3 (65мас.%): HF (50 мас. %)=3:1 объемных частей с последующим электролитическим полированием в смеси CH_3COOH (97%): $HClO_4$ (70%) = 3:1 объемных частей при U=30 В.

Результаты исследований

Для проверки реализации способа кручения под высоким давлением (КВД) в новой матрице процесс был смоделирован в пакете Deform 2D и 3D, что позволило выявить «слабые места» процесса, оценить напряженно-деформированное состояние заготовки на каждом переходе цикла, интенсивность деформации, полученную за один полный цикл данного способа, а также потребное усилие деформирования. Все эти факторы необходимы для оценки реализации способа, а также проектирования технологической оснастки, выбора силового оборудования для проведения эксперимента, на основании которого можно судить о степени изменения структуры материала заготовки.

Для реализации процесса кручения под высоким давлением на существующем оборудовании лаборатории кафедры ОМД была разработана матрица специальной конструкции, позволяющая реализовать процесс скручивания под высоким давлением, за счет прямолинейного движения бойка относительно станины (рис. 1).

Прямолинейное движение верхнего бойка, с закрепленной на нем верхней частью матрицы, за счет сил контактного трения направленных под наклонным углом к ответной части матрицы, передает ей крутящий момент, в результате чего прямолинейное движение превращается в движение кручение.

Температура заготовки, как и температура матрицы, была выбрана равной 20°С - для получения оптимальных значений параметров НДС и усилий деформирования.

Для проверки реализации способа вышеназванный процесс был смоделирован в пакете Deform 2D и 3D, что позволило выявить «слабые места» процесса, оценить напряженно-деформированное состояние заготовки на каждом переходе цикла, интенсивность деформации, полученную за один полный цикл данного способа, а также потребное усилие деформирования. Все эти факторы необходимы для оценки реализации способа, а также проектирования технологической оснастки, выбора силового оборудования для проведения эксперимента, на основании которого можно судить о степени изменения структуры материала заготовки [7].

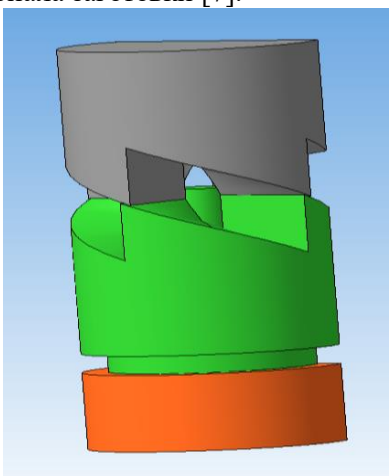


Рис. 1. Модель матрицы для кручения под высоким давлением

Напряженно-деформированное состояние (НДС) при деформировании было проанализировано по результатам распределения:

1) интенсивности логарифмической деформации (strain effective) – $\varepsilon_{инт}$;

2) эквивалентного напряжения (stress effective) – $\sigma_{экв}$;

3) гидростатического давления или среднего напряжения (stress mean) - $\sigma_{ср}$.

1. Интенсивность логарифмической деформации (strain effective).

Результаты распределения интенсивности логарифмической деформации $\varepsilon_{инт}$ при деформировании методом кручения под высоким давлением представлено на рисунке 2.

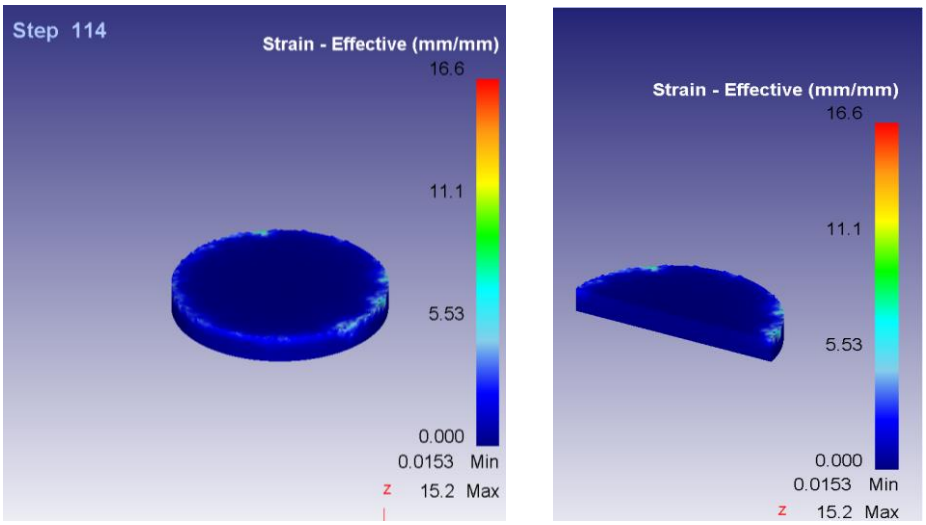


Рис. 2. Распределение интенсивности логарифмической деформации $\varepsilon_{инт}$ по сечению заготовки

В результате моделирования определены интенсивности логарифмической деформации по критерию Мизеса $\varepsilon_{инт}$. На основании полученных данных установлено, что в процессе деформирования наиболее высокая логарифмическая деформация наблюдается по контурам заготовки, что объясняется влиянием сил внешнего трения. Анализируя НДС разрезов полученных образцов, было выявлено, что распределение деформации по всему объему деформируемой заготовки носит весьма равномерный характер. Причем степень деформирования внутренних слоев практически не отличается от степени деформирования поверхностных – об этом можно судить по однородной окраске внутренних и внешних слоев на разрезе.

2) эквивалентные напряжения (stress effective)

Напряженное состояние заготовки в момент деформирования является важнейшей характеристикой, влияющей на получение качественного металла.

Результаты распределения эквивалентных напряжений $\sigma_{экв}$ при КВД представлены на рисунке 3.

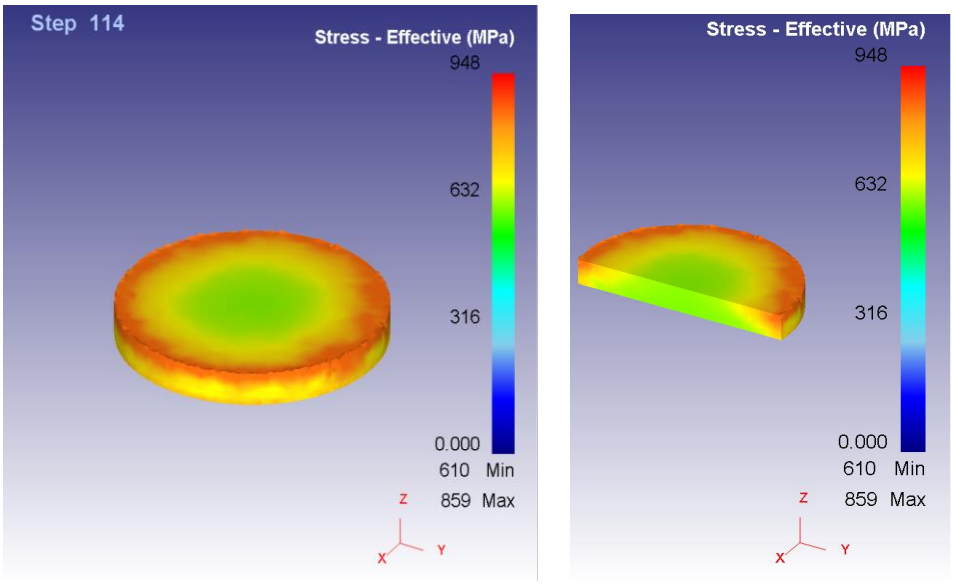


Рис. 3. Распределение эквивалентных напряжений $\sigma_{экв}$ по сечению заготовки

Эквивалентное напряжение охватывает весь очаг деформации и достигает величину в центральных слоях заготовки до 450 и 630 МПа во внешних слоях, поскольку материал во внешней области течет быстрее, чем материал центральной зоны (рис. 4).

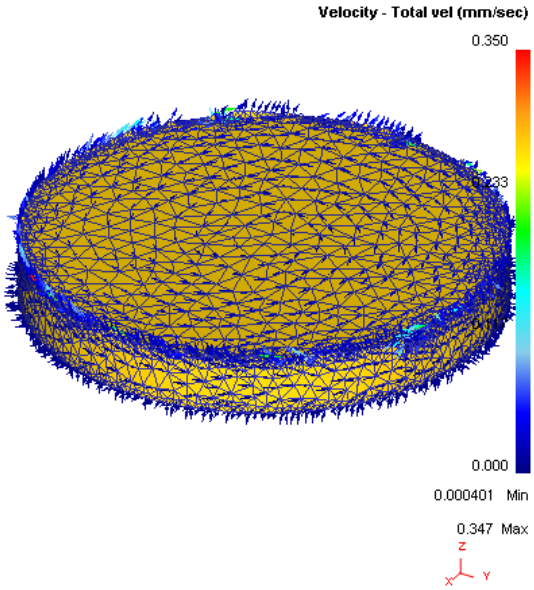


Рис. 4. Векторное поле скоростей

3. Гидростатическое давление или среднее напряжение (stress mean) - $\sigma_{ср}$.

Важным фактором, оказывающим существенное влияние на эффективность структурообразования, особенно для малопластичных и труднодеформируемых материалов, таких как титан, является величина гидростатического давления. Наложение гидростатического давления обеспечивает высокую однородность распределения напряжений, деформаций и структурного состояния, способствует созданию благоприятных условий контактного трения, сохранению ресурса пластичности.

На качество металла, например на лучшую проработку литой структуры и заваривание внутренних дефектов, положительно влияет наличие сжимающих напряжений внутри деформируемого тела, возникающих в процессе прессования. Эти напряжения можно охарактеризовать распределением среднего напряжения $\sigma_{ср}$ по сечению заготовки, см. рисунок 5. Чем больше абсолютная величина среднего давления сжатия (отрицательного гидростатического давления), тем выше пластичность металла и чем меньшую роль в схеме главных напряжений играют растягивающие напряжения, тем большую способность к пластической деформации проявляет металл. Высокое гидростатическое давление существенно увеличивает деформируемость материалов. Известно также, что высокое гидростатическое давление активизирует дислокационное скольжение, подавляет процессы возврата, приводит к фрагментации структуры при меньших, чем обычно, степенях деформации.

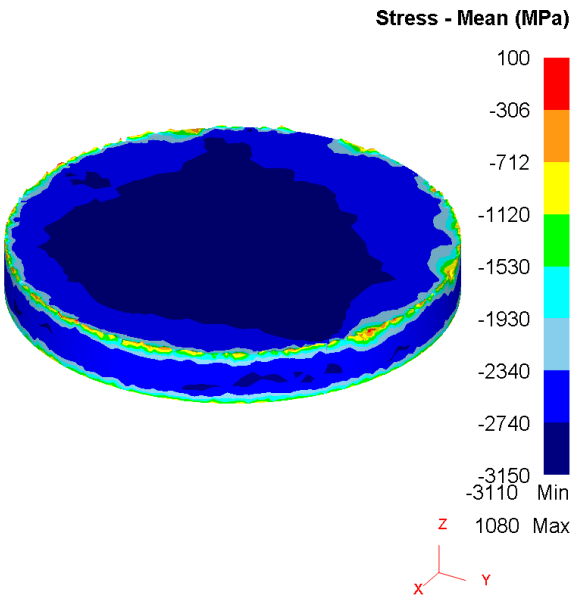


Рис. 5. Распределение среднего напряжения $\sigma_{ср}$ по сечению заготовки

Характер распределения $\sigma_{ср}$ показывает, что в очаге деформации, за исключением небольших зон, преобладают сжимающие напряжения. Максимальные главные напряжения заготовки составляют не более 1080 МПа, распределение максимальных главных напряжений сконцентрированы в основном на периферии заготовки.

После проведения анализа с использованием инструмента «Damage» было выявлено, что опасности разрушения заготовки нету, даже после проведения десяти циклов деформирования.

Для получения ультрамелкозернистой структуры деформирование было решено проводить при комнатной температуре, но в процессе деформации за счет сил трения заготовка разогревается до температуры 135°С. Холодное кручение под высоким давлением сопровождается выделением большого количества тепла и повышением температуры материала в очаге деформации. В процессе деформирования тепло выделяется из-за внутреннего трения (пластической деформации, в результате которой происходит трение одних частей металла о другие). Около 85 % механической работы, используемой при кручении, затрачивается на преодоление внутреннего трения, в тепло обращается и вся работа внешнего трения.

Для титана такой разогрев не приведет к возникновению рекристаллизации, а поможет частично снимать напряжения во время деформирования, за счет чего можно провести большее количество циклов кручения. Проведя анализ рисунка 6 можно сказать, что разогрев заготовки происходит равномерно по всему сечению.

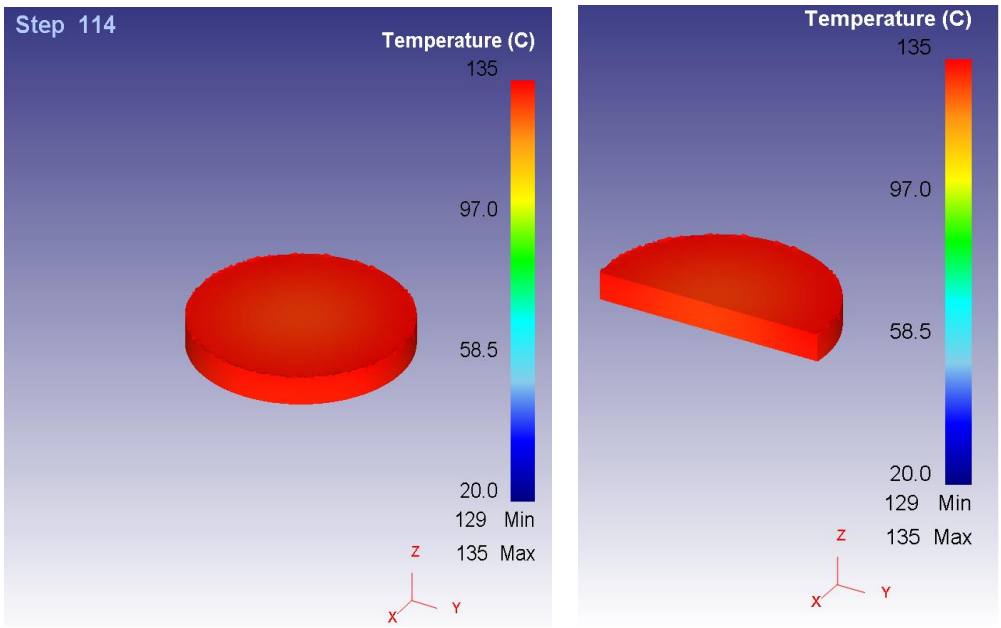


Рис. 6. Распределение температуры по сечению заготовки

При разработке технологических процессов обработки металлов давлением и проектировании оборудования необходимо знать энергосиловые параметры процесса, в частности усилие, которое нужно приложить к деформируемому телу для преодоления сопротивления металла деформации и трения на поверхности контакта металла с инструментом. Следовательно, по результатам моделирования был построен график изменения усилия деформирования, см. рисунок 7.

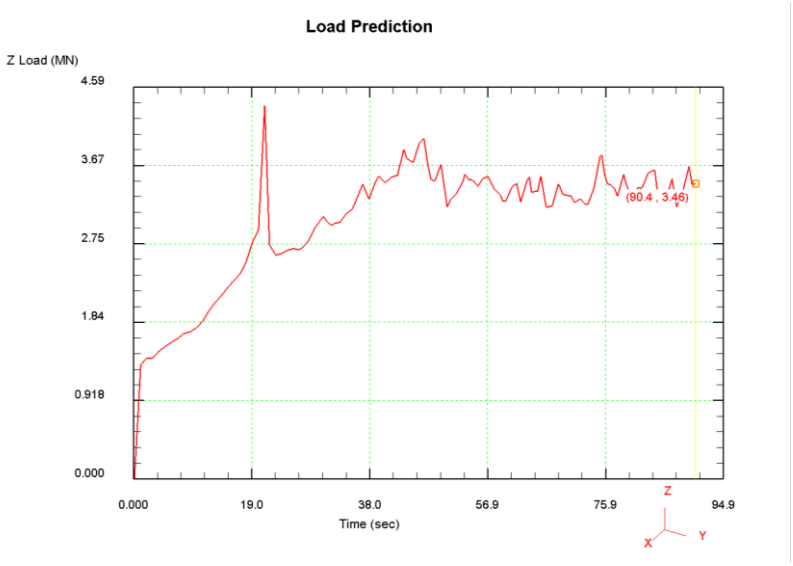


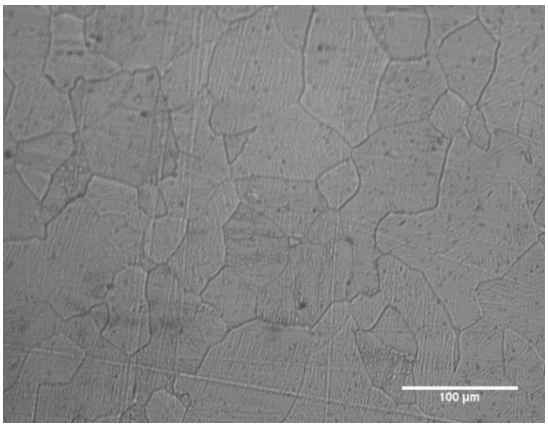
Рис. 7. Величина усилия деформирования при кручении под высоким давлением

После моделирования исследуемого процесса, было оценено усилие деформирования, которое составило порядка 3,5 МН (рис. 7), а также интенсивность деформаций и напряжений, рост которых приводит к измельчению микроструктуры деформируемого материала.

Анализируя полученные результаты, наблюдается равномерное увеличение усилия деформирования, что объясняется пластической деформацией образца, степень которой достигает 1%. Максимальное пиковое напряжение соответствует максимальному упрочнению образца. Далее прослеживается скачкообразное изменения усилия деформирования связанное с процессами кручения заготовки под высоким давлением [7].

После моделирования был проведен лабораторный эксперимент на существующем оборудовании.

В исходном закаленном крупнокристаллическом состоянии титан имеет при комнатной температуре аустенитную структуру с размером зерна около 60±5 мкм согласно анализу оптической металлографии (рис.8а). По данным ПЭМ в крупнозернистом состоянии наблюдаются границы зерен, свободные от дислокаций. В результате воздействия ИПД кручением под высоким давлением после 3 циклов со степенью истиной деформации $\varepsilon_{ист}$ = 3,2 в центральной области образца формируется неоднородная зеренно/субзеренная структура, в которой наряду с крупными зернами наблюдаются зерна размером 3–4 мкм. Для крупных и мелких зерен характерна высокая плотность малоугловых границ зерен. Малая доля большеугловых границ зерен показывает, что структура в центральной зоне представляет собой преимущественно зеренно-субзеренную смесь, где основную долю границ представляют границы ячеек и дислокационные субграницы с малоугловыми разориентировками, наблюдаемые в теле как крупных зерен исходных зерен, так и зерен размером 1–2 мкм деформационного происхождения. После 6 циклов деформирования в образце формируется практически однородная структура с размером зерен ~ 1мкм. Характер сформированной в образце структуры показывает, что формирование СМК структуры связано с протеканием непрерывной динамической рекристаллизации путем формирования субструктуры, взаимодействием субграниц с дислокациями и образованием высокоугловых границ.



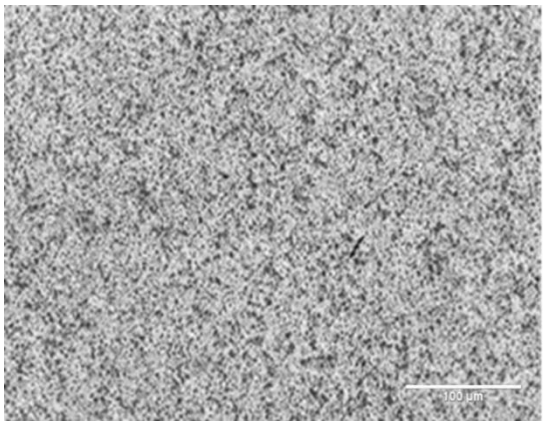


Рис. 8. Структура титана: а – исходное состояние, б – после 6 циклов ИПДК

Повышение прочностных характеристик в технически чистом титане за счет формирования ультрамелкозернистой структуры позволит использовать данный сплав в качестве перспективного материала для изготовления имплантатов в стоматологии, травматологии и ортопедии взамен сплавов, легированных токсичными элементами. Поэтому формирование ультрамелкозернистого состояния в титане, не содержащем вредных для живого организма легирующих элементов, является весьма актуальным и перспективным в настоящее время направлением исследований.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Yong Du, Honghui Xu, Yichun Zhou, Yifang Ouyang and Zhanpeng Jin. Phase equilibria of the Ni-Ti-Ta system at 927 °C // Mat. Sci.Engin. – 2007A. – V. 448. – № 1–2. – P. 210–215.

[2] Prokoshkin S.D., Brailovski V., Khmelevskaya I.Yu. Structure and Properties of severely cold-rolled and annealed Ti-Ni shape memory alloys // Mater. Sci. Eng. - 2008. V. 481-482. P. 114-118

[3] Лотков А.И. Формирование ультрамелкозернистого состояния, мартенситные превращения и неупругие свойства никелида титана после «abc»-прессования / Лотков А.И., Гришков В.Н., и Дударев Е.Ф. и др. // Вопросы материаловедения. – 2008. – №1. – С.161-165.

[4] Huang J., Xu Z. Evolution mechanism of grain refinement based on dynamic recrystallization in multiaxially forged austenite // Materials Letters. – 2006. – V.60. – P.1854-1858.

[5] Khmelevskaya I.Yu., Prokoshkin S.D., Trubitsyna I.B. Structure and properties of Ti-Ni-based alloys after equal-channel angular pressing and high-pressure torsion // Materials and Engineering A. – 2008. – V.481-482. – P.119-122.

[6] Дюпин А.П. Влияние интенсивной пластической деформации кручением на структуру и свойства сплавов на основе никелида титана с эффектами памяти формы / Дюпин А.П., Куранова Н.Н., Пушин В.Г. и др. // Известия РАН. Серия физическая. – 2009. – Т.72. – №4. – С. 583-585.

[7] Волокитина И.Е., Турдалиев А.Т., Волокитин А.В., Панин Е.А. Моделирование процесса КВД в программном комплексе DEFORM-3D. Республиканский научный журнал. Промышленный транспорт Казахстана, 2019. №3 – с. 26-33

Волокитина И.Е., Волокитин А.В., Турсунов М.У., Орлова Е.П., Ахметова Г.Е.

Титанийдің құрылымын өзгерту торсионды жоғары қысым

Түйіндеме. Титаннын қасиетін тексергенде 450 °С температурада бұрау әдісімен жоғарғы қысымда құрылымдарының қатты пластикалық деформациялық күйге ұшырап ультрофин тозуы туралы зерттеу нәтижесі көрсетілген. Титан құрылымында біртекті 1 мкм өлшемді бір қалыпты құрылымы болып шығады. Осы құрылымның сипаттамасына қарап үздіксіз ағызып кую бойынша алынған титан материалы құрылымы жағынан жоғары бұрыштық шекаралары толығымен толық болып шыққан. Беріктілігі жағынан жоғарғы қысыммен алынған титанның қасиеті 6 циклден кейін 3 есе артады.

Түйін сөздер: қатты пластикалық деформация, титан, микроқұрылым, механикалық қасиет.

УДК 669.621.771

[1]I.Y. Volokitina, [1]A.V. Volokitin, [2]Ye.P. Orlova, [1]G.Y. Akhmetova
([1]Karaganda State Industrial University, Temirtau, Kazakhstan
[2]Satbayev University, Almaty, Kazakhstan. E-mail:irinka.vav@mail.ru)

CHANGE IN THE MECHANICAL PROPERTIES OF HOT ROLLED STEEL BY REDUCING THE RIGIDITY OF THE ROLLING STANDS

Abstract. In metallurgical production modernization of rolling mills is carried out by replacement of beds, press devices, bearings of rolls, different introduction of devices of an antibend of rolls and so forth. All these changes of a design change zhestkostny characteristics of units of the rolling mill. But it is considered to be that at the same time no change in structure and properties of the processed metal happens. So in 1999 reconstruction of the CBC-1700 rolling mill of JSC «Arcelor Mittal of Temirtau» with installation on four last cages of fair group of hydropress devices was carried out (cages 9-12). Installation of hydraulic press devices on four of 12 cages of the rolling mill led to decrease in rigidity of these cages and to statistically reliable change of mechanical properties of the rolled metal, increase in strength and fluidity and also decrease in a limit of plasticity of the rolled metal. Therefore, change of rigidity of the deforming device and tool causes change of properties of the processed metal.

Key words: hot-rolled steel, mechanical properties, rigidity of the deforming device.

[1]И.Е. Волокитина, [1]А.В. Волокитин, [2]Е.П. Орлова, [1]Г.Е. Ахметова
([1]Карагандинский государственный индустриальный университет, Казахстан, Темиртау
[2]Satbayev University, Казахстан, г. Алматы. irinka.vav@mail.ru)

ИЗМЕНЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРЯЧЕКАТАНОЙ СТАЛИ В РЕЗУЛЬТАТЕ УМЕНЬШЕНИЯ ЖЕСТКОСТИ ПРОКАТНЫХ КЛЕТЕЙ

Аннотация. В металлургическом производстве модернизация прокатных станов проводится путем замены станин, нажимных устройств, подшипников валков, введением различного рода устройств противоизгиба валков и пр. Все эти изменения конструкции меняют жесткостные характеристики агрегатов прокатного стана. Но принято считать, что при этом никакого изменения в структуре и свойствах обрабатываемого металла не происходит. Так в 1999 году была проведена реконструкция прокатного стана НШПС-1700 АО «Арселор Миттал Темиртау» с установкой на четырех последних клетях чистовой группы гидронажимных устройств (клети 9-12). Установка гидравлических нажимных устройств на четырех из 12 клетях прокатного стана привела снижению жесткости этих клетей и к статистически достоверному изменению механических свойств прокатываемого металла, увеличению пределов прочности и текучести, а также снижению предела пластичности прокатанного металла. Следовательно, изменение жесткости деформирующего устройства и инструмента вызывает изменение свойств обрабатываемого металла.

Ключевые слова: горячекатаная сталь, механические свойства, жесткость деформирующего устройства.

Развитие представлений о механизме пластичности за последние 50 лет дают основание считать, что основой пластичности металлов являются протекающие в них физико-химические

превращения, которые и обуславливают возможность изменения формы тела без разрушения. Наличие физико-химических превращений при пластической деформации металлов наблюдают все исследователи как изменение структуры, механических свойств, пластичности, появление новых фаз и т.д. [1-4]. Однако в основной массе научно-исследовательской литературы за основу пластичности принимаются перемещения дефектов кристаллической решетки (дислокации, дисклинации), в то время как физико-химические превращения рассматриваются как попутные, но не основные, не определяющие природу пластичности.

На основании анализа собственных экспериментов и анализа многочисленных публикаций нами была построена модель протекания пластической деформации в кристаллических структурах и в частности в металлах [5-7], основанная на экспериментальном факте физико-химических превращений. Под воздействием внешних или внутренних сил в материале в самом ослабленном сечении возникают упругие перемещения и напряжения, которые в отдельной точке по своей энергетике достигают значения, соответствующего началу фазового перехода. Состояние перехода сопровождается уменьшением прочности в данной точке и ростом напряжений в соседней с этой точкой области, по сечению обрабатываемого материала возникает зона разупрочнения, распространяющаяся со скоростью упругой волны в данном металле. Именно переходное состояние металла, сопровождаемое разупрочнением, определяет возможность пластического формоизменения обрабатываемого материала без разрушения.

Во внешних, по отношению к области разупрочнения, частях деформируемого металла и в деформирующем инструменте происходит релаксация упругих напряжений с соответствующим изменением размеров области разупрочнения и с выделением в этой зоне тепла деформации. Вследствие большой теплопроводности границ зоны разупрочнения тепло быстро отводиться за ее пределы. При этом совершается обратный фазовый переход и перекристаллизация с образованием в зоне разупрочнения новых кристаллитов, которые значительно упрочнены по сравнению с исходными за счет увеличения поверхности и легирования остатками высшей по энергетике фазы. На этом единичный акт пластической деформации прекращается. Затем вновь происходит упругое деформирование металла с образованием аналогичной зоны разупрочнения в каком либо другом наиболее подготовленном для этого сечении, но уже при некотором увеличении усилия деформировании.

Описанный выше механизм пластичности позволяет нам сделать заключение о том, что линейная величина единичной зоны разупрочнения и перекристаллизации $\Delta l_а$ за один акт пластической деформации складывается из упругого перемещения в направлении действия силы внешних зон самого обрабатываемого материала $\Delta l_о$, упругой деформации инструмента и деталей деформирующей машины $\Delta l_м$, а также рабочего перемещения инструмента за время существования зоны разупрочнения $\Delta l_и$.

$$\Delta l_а = \Delta l_о + \Delta l_м + \Delta l_и. \quad (1)$$

При проведении лабораторных испытаний, когда жесткость деформирующего устройства и инструмента намного больше жесткости исследуемого образца, и при малых скоростях деформации, основной величиной, определяющей суммарное значение $\Delta l_а$, будет упругая деформация частей деформируемого материала вне зоны пластичности $\Delta l_о$. Эта величина определяется модулем упругости материала образца и пределом текучести. Для большинства металлов она примерно равна $l_о \cdot 10^{-3}$.

Исходя из анализа приведенного выражения (1) можно сделать несколько выводов о возможности регулирования свойств деформируемого материала путем изменения суммарной жесткости системы $\Delta l_а$ – деформируемый металл $\Delta l_о$ - деформируемая машина и инструмент $\Delta l_м$ – перемещение инструмента за время существования зоны разупрочнения. Величина $\Delta l_о$ зависит от размеров образца, его упругих и пластических свойств, температуры обработки. В конкретных условиях производства имеются минимальные возможности изменения данного параметра.

В реальных промышленных механизмах, в которых при разработке технологии максимально используются их прочностные параметры, упругая деформация деталей механизма и деформирующего инструмента могут быть сравнимы по величине с $\Delta l_о$ и даже значительно превышать эту величину. Для того чтобы уменьшить влияние упругой деформации машины и инструмента обычно конструкторы идут по пути увеличения жесткости оборудования, что проводит к росту сечения и массы оборудования. Следует особо подчеркнуть, что главной задачей мероприятий по упрочнению деформирующих машин

и инструментов является повышение точности размеров готовой продукции, при этом изменения в структуре и свойствах деформируемого металла не рассматриваются.

Согласно выражению (1), при абсолютной жесткости деталей деформирующей машины и деформирующего инструмента $\Delta l_м = 0$, и тогда

$$\Delta l_а = \Delta l_о + \Delta l_и. \quad (2)$$

Значение $\Delta l_а$ соответствует размеру кристаллитов после перекристаллизации в направлении перпендикулярном действию деформирующего усилия. Элементарные расчеты показывают, что при применяемых скоростях перемещения инструмента влияние параметра $\Delta l_и$ на величину $\Delta l_а$ невелико. Исходя из этого, минимальный размер кристаллитов в направлении перпендикулярном действию деформирующего усилия при абсолютной жесткости деформирующей машины и инструмента после пластической деформации будет определяться, в основном, упругими свойствами деформируемого материала.

Следовательно, изменением жесткости системы деформируемый металл - деформирующий инструмент – деформирующая машина можно управлять размерами кристаллитов деформируемого материала. Как описано выше, уменьшение деформации в единичном акте (1) обычно проводится путем увеличения жесткости. Однако к аналогичному результату можно прийти противоположным путем – значительно понижая жесткость системы путем введения между инструментом и деформирующей машиной прокладку крайне малой жесткости или изменением конструкции инструмента.

Такая прокладка является своеобразным демпфером между деформируемым материалом и деформирующей машиной. Скорость прохождения через нее релаксационной упругой волны, возникающей в результате разупрочнения в единичной зоне деформации в деформируемом металле, гораздо меньше, чем у материала инструмента или деформирующей машины. Вследствие этого, за время существования зоны разупрочнения волна релаксации напряжений машины, совершающей перемещение $\Delta l_м$, и перемещение инструмента механизмом деформирующей машины $\Delta l_и$ не успевают реализоваться, и в этом случае $\Delta l_а = \Delta l_о$. То есть введение в систему деформируемый материал - деформирующий инструмент – деформирующая машина демпфера с бесконечно малой жесткостью производит воздействие на деформируемый материал аналогичное созданию машины и инструмента с бесконечно большой жесткостью.

Опыты, проведенные по осадке, растяжению и прокатке [6,7] показали, что изменение жесткости деформирующего инструмента или деформирующей машины (пресса, разрывной машины, прокатного стана и т. д.) всегда приводит к изменению свойств материала деформируемого образца, что проявляется в его пластичности и энергосиловых параметрах деформирования и структуре.

На машиностроительных и металлургических заводах деформирующее оборудование периодически подвергают модернизации, которая во многих случаях связана с изменением жесткости деформирующих машин. В металлургическом производстве модернизация прокатных станов проводится путем замены станин, нажимных устройств, подшипников валков, введением различного рода устройств противоизгиба валков и пр.

Все эти изменения конструкции меняют жесткостные характеристики агрегатов прокатного стана. Но принято считать, что при этом никакого изменения в структуре и свойствах обрабатываемого металла не происходит. Вследствие такого утвердившегося мнения специальных исследований в данном направлении не проводилось и о действительном изменении свойств прокатанного металла можно судить не по прямым исследованиям структуры, а только данным изменения его прочностных характеристик.

Характерным примером такого изменения свойств прокатываемого металла вследствие проведенной реконструкции являются статистические данные, полученные по результатам измерения прочностных характеристик сталей, прокатанных на стане 1700 горячей прокатки Карагандинского металлургического комбината (ныне АлселорМиттал Темиртау) в 1998 г. и в 2002 г.

В 1999 г. была проведена реконструкция прокатного стана с установкой на четырех последних клетях чистовой группы гидронажимных устройств (клети 9-12). Установка гидравлических нажимных устройств на четырех из 12 клетях прокатного стана привела снижению жесткости этих клетей и к статистически достоверному изменению механических свойств прокатываемого металла.

Ниже в таблице 1 приведены результаты анализа свойств стали 0,8кп, которая относятся к низкоуглеродистым и не подвергаются закалке. Всего обследовано более 5000 плавок.

Таблица 1. **Результаты анализа механических свойств металла марки 08 кп**

Толщина, мм	Предел прочности, МПа				
	До реконструкции		После реконструкции		Изменение, %
	- +	$X_{ср}$	- +	$X_{ср}$	
≤2,0	330-455	376,7	355-455	385,3	+2,3
2,0-3,0	250-485	360,7	335-445	383,8	+6,4
4,0	315-430	358,2	360-390	377	+5,2
6-8	320-380	344,3	325-370	349	+1,4
Св. 8	320-390	337,1	310-375	342,9	+1,7
Толщина, мм	Предел текучести, МПа				
	До реконструкции		После реконструкции		Изменение, %
	- +	$X_{ср}$	- +	$X_{ср}$	
≤2,0	255-360	311,8	235-370	318,4	+2,1
2,0-3,0	230-355	292,1	230-350	300,8	+3,0
4,0	205-315	266,0	265-315	296,1	+11,3
6-8	195-315	235,3	215-275	238,9	+1,5
Св. 8	185-320	223,3	195-340	228,4	+2,3
Толщина, мм	Относительное удлинение, %				
	До реконструкции		После реконструкции		Изменение, %
	- +	$X_{ср}$	- +	$X_{ср}$	
≤2,0	26-39	33,49	26-41	31,99	-4,5
2,0-3,0	21-44	35,35	21,5-40	32,79	-7,2
4,0	32-49	42,41	31-45	38,1	-10,2
6-8	31-45	39,3	34-44	39,3	0
Св. 8	33-47	39,4	31-45	38,91	-1,3

Анализ представленных в таблице результатов исследований свойств горячекатаной стали статистически достоверно показывает, что произведенное в результате реконструкции изменение жесткости рабочих клетей прокатного стана привело к увеличению предела прочности и предела текучести и к снижению предела пластичности прокатанного металла. Следовательно, изменение жесткости деформирующего устройства и инструмента вызывает изменение свойств обрабатываемого металла.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Кравз-Тарнавский В.П. Специфическая полоска в стали. Ж.Русского металлургического общества, 1928,№3. С.162.

[2] Бочвар А.А., Свидерская З.А. Явление сверхпластичности в сплавах цинка с алюминием.//Изв. АН СССР, ОНТ, 1945, №9. С.821-824.

[3] Пресняков А.А. Локализация пластической деформации. - Алма-Ата: Наука 1981. – 120 с.

[4] Панин В.Е., Егорушкин В.Е., Панин А.В., Моисеенко Д.Д. Природа локализации пластической деформации твердых тел //Журнал технической физики, 2007,т.77, вып.8. С 62-69.

[5] Кенжалиев Б.К., Курапов Г.Г., Мофа Н.Н., Дегтярева А.С., Черноглазова Т.В., Мамытов Б.Т., Сулейменов Э.Н. Концепция физико-химической природы пластической деформации // Сб. Создание научных основ принципиально новых химических и металлургических технологий, адаптированных к сырьевой базе Казахстана. Алматы: Мин.О иН РК, Алматы, 2003. с. 341-347.

[6] Локализация пластической деформации и неравновесные структурно-деформационные превращения. - Избранные труды. Авторы-составители Кенжалиев Б.К., Черноглазова Т.В., Мофа Н.Н., Дегтярева А.С., Курапов Г.Г., Сулейменов Э.Н. Изд. «Комплекс», Алматы, 2004, -271 с.

[7] Курапов Г.Г., Найзабеков А.Б., Лежнев С.Н., Жансеркеева З.А., Паничкин А.В. Пластическая деформация металлов как физико-химический процесс. Учебное пособие. Темиртау: КГИУ, 2011.-78с.

Волокитина И.Е., Волокитин А.В., Орлова Е.П., Ахметова Г.Е.

Ыстық илектелген болаттың механикалық қасиеттерінің өзгеруі жылжымалы тіректердің қаттылығының төмендеуі нәтижесінде

Түйіндеме. Металлургиялық өндірісте прокат өндірісін модернизациялау төсектерді, қысымды қондырғыларды, роликті подшипниктерді ауыстыру, иілуге қарсы роликтердің әр түрін енгізу және т.б. арқылы жүзеге асырылады. Барлық осы құрылымдық өзгерістер прокаттау қондырғыларының қаттылық сипаттамаларын өзгертеді. Бірақ өңделетін металдың құрылымы мен қасиеттерінде ешқандай өзгеріс болмайтындығы жалпыға ортақ. Осылайша, 1999 жылы «Арселор Миттал Теміртау» АҚ ҮКД-1700 прокат зауыты соңғы төрт тірекке гидравликалық қысым қондырғыларының соңғы тобын (9-12 тіректер) орнатумен қайта құру жүргізілді. Прокат өндірісінің 12 тірегінің төртеуіне гидравликалық қысым қондырғыларының орнатылуы осы тіреулердің қаттылығының төмендеуіне және прокаттың механикалық қасиеттерінің статистикалық маңызды өзгеруіне, беріктік пен беріктіктің жоғарылауына, сонымен қатар илектелген металдың икемділік шегін төмендетуге әкелді. Сондықтан деформациялаушы құрылғы мен құралдың қаттылығының өзгеруі өңделетін металдың қасиеттерінің өзгеруіне әкеледі.

Түйін сөздер: ыстықтай илектелген болат, механикалық қасиеттері, деформацияланатын құрылғының қаттылығы.

УДК-004, А 95

A. A. Akhsutova
(Almaty Technical and Economic College of Lines of Communication (АТЭКПС)
E-mail: ahsutova_a@mail.ru)

RESEARCH METHODS TO CREATE SYSTEMATIC SYSTEM OF TEACHING COMPUTER SKILLS FOR THE TECHNOLOGY UNIVERSITY STUDENTS

Abstract. The article examines the current state of society characterized by a transition from industrial to the informational. Among the global problems is the problem of education. The degrees of success in various a single information and educational space in the country. Global task of informational support is being implemented with sectors of socio-economic life. One of the vectors here is an attempt to create varying.

Key words: Computer science, computer technology, mathematics, competency, computerization, technology.

А. А. Ахсутова
(Алматинский технико-экономический колледж путей сообщения (АТЭКПС))

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО СОЗДАНИЮ МЕТОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКЕ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

Аннотация. В статье рассматривается в нынешнее состояние общества характеризуется переходом от индустриального к информационному. В ряду глобальных проблем стоит проблема образования. Глобальная задача информатизации реализуется с разным успехом в различных отраслях социально-экономической жизни. Одним из векторов здесь становится попытка создания в стране единого информационно-образовательного пространства.

Ключевые слова: Информатика, компьютерной технологии, математики, компетентностного, информатизации, технологии.

Введение.

Сегодня в большинстве стран мира ведутся масштабные работы по разработке механизмов устойчивого развития. Устойчивое развитие имеет важное значение для страны, поскольку оно обеспечивает ее экономическое и социальное развитие. Благодаря устойчивому развитию достигается укрепление потенциала для улучшения качества жизни людей. В целях устойчивого развития в странах

принимаются множество программ и концепций. В этих программах приоритетное значение придается внедрению информационных технологий во все сферы общества, созданию информационного общества.

Это подтверждается принятыми на уровне государства стратегических документов. Постоянное пополнение объема знаний в области информационных технологий становится необходимым фактором адекватности сложившимся условиям жизни. Система образования сама нуждается в информатизации, чтобы со своей стороны соответствовать сложившимся реалиям.

Информатизация высшего технического образования – это инновационный процесс совершенствования форм и методов обучения и организации учебного процесса, автоматизации информационно-методического обеспечения и организационного управления на основе информационных технологий с целью модернизации системы образования.

Профессиональная деятельность специалистов в области информатике, с одной стороны, носит социально-гуманитарный характер, с другой — требует использования языка математики для точного компактного формулирования выводов исследований, применения методов математико-статистического аппарата для обработки информации, необходимой для принятия решений эффективного управления и решения прикладных задач в области информатики. В современных условиях осуществление данных видов деятельности нельзя представить без использования информационно-коммуникационных технологий.

Проблема исследования. В условиях информационного общества существует необходимость организации уровневой дифференциации

информационной подготовки студентов гуманитарных факультетов в области использования средств и методов информатики в процессе решения задач гуманитарного профиля, усилении меж предметных связей информатики с дисциплинами гуманитарного профиля, учитывающей до вузовский уровень информационной подготовки, сформированный в лингвистической среде обучаемого. Методическая система организации такого обучения студентов гуманитарных вузов недостаточно разработана.

Ознакомление студентов с основами современных информационных технологий, тенденциями их развития, обучение принципам построения информационных моделей, проведению анализа полученных результатов, применению современных информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности происходят в рамках дисциплины «Информатика». Она является базовой для всех курсов, где применяются автоматизированные методы анализа и расчетов, и так или иначе используется компьютерная техника.

В последние годы в системе высшего профессионального образования активно разрабатываются и применяются активные и интерактивные методы обучения. Активные методы предполагают интенсивное взаимодействие студентов с преподавателем, где студенты не пассивные, а активные участники образовательного процесса. Интерактивные методы обучения направлены на активное взаимодействие студентов и с преподавателем, и друг с другом [61; 62; 63]. В интерактивном обучении важное значение имеет непрерывное взаимодействие студентов, такое взаимодействие направлено на самостоятельное усвоение учебного материала, на самообучение и самообразование. Активные и интерактивные методы активизируют студентов, способствуют творческому применению усвоенных знаний на практике. Основными критериями интерактивного обучения являются возможность проведения неформального общения, свободное изложение материала, применение заданий, требующих коллективное обсуждение, наглядность, последовательность, доступность и др.

В условиях информатизации образования учителю предъявляется новые требования: ориентация на использование инновационных технологий в обучении, создание образовательных траекторий ученика с учет индивидуальных особенностей, готовность к взаимодействию с участниками образовательного процесса, обмен передовым педагогическим опытом. Учитель должен осознать дидактический потенциал информационных технологий в развитии ученика, в формировании его творческих способностей.

В этой статье мы представили основные спецификации нашего компьютерные технологии, по своей природе побуждают познавательный интерес детей, но этот интерес к компьютерной технологии должен быть управляемым. Поэтому требуется профессиональное качество педагога, его способность принимать ответственность за результаты обучения. Для этого он должен быть заинтересованным на освоение новой методики обучения с помощью компьютерной технологии, на совершенствование своего профессионального уровня, в соответствии с современными тенденциями развития информационного общества.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бейшеналиева У.У. Педагогические условия развития информационной компетентности студентов на основе технологии мультимедиа [Текст] / У.У.Бейшеналиева / Дисс. ... канд.пед.наук: 13.00.01. – Бишкек, 2014. – 181 с.

[2] Ибраев А.Д. Дидактические основы совершенствования самостоятельной работы студентов в условиях применения новых информационных технологий (на примере предмета информатики) [Текст] / А.Д.Ибраев. / Дисс. ... канд.пед.наук: 13.00.01. – Бишкек, 2012. – 184 с.

[3] Трегубова, Е.Д. Эффективная методическая работа – условие и результат повышение качества профессиональной деятельности преподавателя образовании [Текст] / Е.Д. Трегубова**.** – Магнитогорск, 2007. – 130 с.

[4] Омурзакова, Ч.Ш. Маалыматтык технологияларды колдонуу аркылуу окуучулардын социалдык-коммуникативдүү компетенттүүлүктөрүн калыптандыруу (7-класстын Информатика предметинин мисалында): 13.00.01 Пед. илимд. канд. ... дисс. [Текст] / Ч.Ш.Омурзакова. – Бишкек, 2016. – 186 б.

[5] Дюшеева, Н.К. Результаты обучения: сущность, содержание и методика описания [Текст] / Н.К. Дюшеева // Известия Кыргызской академии образования. – Б., 2014. – № 2(30). – С. 39-46.

[6] Кузьмина, Н.В. Методы системного педагогического исследования: Учебное пособие. [Текст] / Н.В. Кузьмина. – М.: Народное образование, 2002. – 208 с.

Ахсутова А.А.

Техникалық ЖОО студенттеріне информатика пәнін оқытудың әдістемелік жүйесін құрудың

Мақалада индустриалдыдан ақпараттыққа ауысумен сипатталатын қоғамның қазіргі жағдайы қарастырылады. Жаһандық проблемалардың ішінде білім беру проблемасы бар. Ақпараттандырудың ғаламдық міндеті әлеуметтік-экономикалық өмірдің әртүрлі салаларында әртүрлі деңгейдегі жетістіктермен жүзеге асырылуда. Мұндағы векторлардың бірі - бұл елде бірыңғай ақпараттық және білім беру кеңістігін құру әрекеті.

Түйінді сөздер: Информатика, компьютерлік технологиялар, математика, құзіреттілік, компьютерлендіру, технология.

УДК 519.872.8

Zh.S.Ismagulova, B.A.Kazangapova, M.B.Bakytbekova
(Kazakh Academy of Transport and Communications named after
M.Tynyshpayev, Almaty, Kazakhstan**,**
E-mail: Zhulduz66_66@mail.ru, kbayana@mail.ru, madina121195@mail.ru)

ANALYSIS AND MODELING OF MULTIPHASE QUEUING SYSTEMS

Abstract. A two-phase Queuing system with an unlimited flow of requirements consists of two aapparats of different performance. In this system, it is possible to create a queue of requirements before the first and second phases. The request received in the system is first served on the first machine. If it is busy, the request is queued. After the first device, the request goes to the second device, before which a queue can also be formed. The simplest systems of this class have an exponential law of service time distribution on devices with the parameters M1 and m2 and a Poisson flow of incoming requests with the parameter l. the article considers methods for modeling two-phase Queuing systems with zero capacity of waiting blocks in MATLAB software environments in order to obtain operational characteristics. Presented software code to solve the example and simulation results of a two-phase Queuing system in MATLAB, the obtained operational characteristics of two-phase system and the final (stationary) probability.

Key words: modeling, analysis, queue, demand flow, Poisson distribution, transition probabilities, differential equation, failure probability, relative throughput, final probability.

Ж.С. Исмагулова, Б.А. Казангапова, М.Б. Бақытбекова
(Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М.Тынышпаева,
г.Алматы, Казахстан)

АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУХФАЗНЫХ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Аннотация: Двухфазная система массового обслуживания с неограниченным потоком требований состоит из двух ааппаратов разной производительности. В этой системе возможно образование очереди требований перед первой и второй фазами. Поступившее в систему требование сначала обслуживается на

первом аппарате. Если он занят, то требование ставится в очередь. После первого аппарата требование переходит на второй аппарат, перед которым также может образовываться очередь. Простейшие системы данного класса имеют показательный закон распределения времени обслуживания на аппаратах с параметрами *m1*и *m2* и пуассоновский поток поступающих требований с параметром *l*. В статье рассматриваются методы моделирования двухфазных систем массового обслуживания с нулевой вместимостью блоков ожидания в программных средах MATLAB с целью получения операционных характеристик. Представлены программный код решения примера и результаты моделирования двухфазной системы массового обслуживания в системе MATLAB, получены операционные характеристики двухфазной системы и финальные (стационарные) вероятности.

Ключевые слова: моделирование, анализ, очередь, поток требований, пуассоновское распределение, вероятности перехода, дифференциальное уравнение, вероятность отказа, относительная пропускная способность, финальная вероятность.

Введение. Система массового обслуживания может представляться в виде многофазной модели, когда каждое требование в ней последовательно обслуживается во всех фазах (приборах обслуживания). При этом если очереди перед каждой фазой не допускаются, то система будет называться системой с нулевой вместимостью блоков ожидания [1].

Работа двухфазной системы обслуживания состоит в следующем. Каждая фаза может быть занята на обслуживание либо свободна. Поскольку перед фазой очередь не допускается, то принимается, что первая фаза обслуживания заблокирована, если обслуживание требования в данной (первой) фазе завершено, а вторая фаза не готова к приему требования по той причине, что в ней не закончено обслуживание. Принимается также, что если первая фаза занята, то очередное входящее требование получает отказ. В системе могут быть следующие состояния: "фаза свободна", "фаза занята", "фаза заблокирована", которые обозначают как *0,1,b* соответственно[2].

Рассмотрим двухфазную систему обслуживания. Схема двухфазной системы обслуживания показана на рисунке 1.

Рис.1. Модель двухфазной системы обслуживания

Если состояние первой фазы обозначить символом *i*, а состояние второй фазы- символом *j*, то множество состояний двухфазной системы обслуживания будет следующим:

$$\{(i,j\} = \{(0,0),(1,0),(0,1),(1,1),(b,1)\} \tag{1.1}$$

Примем, что входнойпоток требованийимеетпуассоновское распределение, а обслуживание в фазах осуществляется по экспоненциальному вероятностному закону[3]. Рассматриваявероятности переходов из одного состояния в другое во времени, можно получить следующие дифференциальные уравнения относительно вероятностей состояний p_{ij} (t) двухфазной системы:

$$\begin{aligned}\frac{dp_{00}(t)}{dt} &= -\lambda p_{00}(t) + \mu p_{01}(t)\frac{dp_{01(t)}}{dt} = -(\mu+\lambda)p_{01}(t) + \mu p_{10}(t) + \mu p_{01}(t)\frac{dp_{10}(t)}{dt} \\ &= \lambda p_{00}(t) - \mu p_{10}(t) + \mu p_{11}(t)\frac{dp_{11}}{dt} = \lambda p_{01}(t) - 2\mu p_{11}(t)\frac{dp_{b1}(t)}{dt} \\ &= \mu p_{11}(t) - \mu p_{b1}(t)\end{aligned} \tag{1.2}$$

Система (1.2) - это система однородныхобыкновенных дифференциальных уравненийс постоянными коэффициентами. Ее можно представить в матричном виде:

$$\frac{dp(t)}{dt} = AP(t),$$

где p(t) - вектор размера 5x1 с элементами $p_{00}(t), p_{01}(t), p_{10}(t), p_{11}(t), p_{b1}(t)$;

A - матрица коэффициентов размера 5x5, которая имеет следующий вид:

$$A=\begin{bmatrix} -\lambda & \mu & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -(\mu+x) & \mu & 0 & \mu \\ \lambda & 0 & -\mu & \mu & 0 \\ 0 & \lambda & 0 & -2 & \mu & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \mu & -\mu \end{bmatrix}$$

Для интегрирования системы (1.2) будем задавать естественные начальные условия, т. е. такие, когда в начальный момент времени, равный нулю, вероятность отсутствия требований в системе равна единице, а остальные вероятности в начальный момент времени равны нулю:

$$p_{00}(0), p_{01}(0), p_{10}(0), p_{11}0, p_{b1}(0) \tag{1.3}$$

Рассмотрим моделирование двухфазной системы массового обслуживания в программных средах Примем, что параметр входного простейшего потока равен 1.7., а интенсивность обслуживания каждой фазы равна 0.67, т.е. $\lambda - 1.7$, $\mu = 0.67$. В основе моделирования стоит задача интегрирования системы дифференциальных уравнений вида *(1.2)* на отрезке времени, когда вероятности состояний примут свои установившиеся значения. *По* установившимся значениям вероятностей рассчитываются операционные характеристики системы. Входными данными программы, таким образом, будут являться интенсивности входного потока и обслуживания, а также матрица коэффициентов системы дифференциальных уравнений.

Пример моделирования двухфазной системы массового обслуживания в системе MATLAB.

Программа моделирования оформлена в виде М - функции без аргументов и без возвращаемого значения. Это позволит в одном М-файле использовать дополнительные М -функции.

Программный код решения примера:

```
function twophase;
clc,close all
% входные данные
L = 1.7;
M = 0.67;
global A
A = [-L, M, 0, 0, 0;
   0, -(L+M), M, 0, M;
   L, 0, -M, M, 0;
   0, L, 0, -2*M, 0;
   0, 0, 0, M, -M];

% интервал интегрирования
T = [0, 20];
% начальные условия
P0 = [1;zeros(length(A)-1,1)];
% вызов решателя дифференциальных уравнений
[t,P] = ode45(@faza,T,P0);
% построение диаграмм вероятностей состояний
figure(1);
line(t,P(:,1),'linew',2, 'color','r'),
line(t,P(:,2), 'marker','o','color', [0,102,102]/255),
line(t,P(:,3), 'lines','--','linew',2, 'color', 'k'),
line(t,P(:,4), 'lines','-.','linew',2, 'color', 'b'),
line(t,P(:,5), 'linestyle',':','linew',2, 'color','m'),
```

```
str='\bf Вероятности состояний двухфазной системы обслуживания:';
title(sprintf('%s %s = %g; %s = %g',str,'\lambda',L,'\mu', M));
legend('P_0_0(t)','P_0_1(t)','P_1_0(t)','P_1_1(t)','P_b_1(t)');
xlabel('\bf - - - - - - t - - - - - - - ');
ylabel('\bf P(t)');
%%% операционные характеристики системы
% Ncp - среднее число требований в системе
k =[0, 1, 2];
Pk = [P(end,1);P(end,2)+P(end,3);P(end,4)+P(end,5)];
Ncp = k*Pk;
fprintf('\n\t операционные характеристики двухфазной систе-мы:\n');
fprintf('\t Среднее число требований в системе: Ncp = %f\n',Ncp);
% Pf1 - вероятность начала обслуживания
Pf1 = P(end,1)+P(end,2);
fprintf('\t Вероятность начала обслуживания: Pf1 = %f\n',Pf1);
% Pomk - вероятность отказа в обслуживании
Pomk = 1-Pf1;
fprintf('\t Вероятность отказа: Pomk = %f\n',Pomk);
%  Q - относительная пропускная способность
Q = 1-Pomk;
fprintf('\t Относительная пропускная способность системы: Q = %f\n',Q);
% Lef - эффективная частота поступления требований в систему
Lef = L*Pf1;
fprintf('\t Эффективная частота поступления требований в систему: Lef = %f\n',Lef);
% Ab - абсолютная пропускная способность
Ab = Lef*Q;
fprintf('\t Абсолютная пропускная способность системы: Ab = %f\n',Ab)
% Ts - полное время пребывания требований в системе
Ts = Ncp/Lef;
fprintf('\t Полное время пребывания требования в системе: Ts = %f\n',Ts);
% Tcp1 - среднее время обслуживания одного требования
Tcp1 = 2*(1/M);
fprintf('\t Среднее время обслуживания требования в системе: Tcp = %f\n',Tcp1);
% Td - среднее время задержки
Td = Ts - Tcp1;
fprintf('\t Среднее время задержки в обслуживании: Td = %f\n',Td);
% Финальные (стационарные) вероятности
fprintf('\n\t Финальные (стационарные) вероятности:\n');
k = 0;
for J = 1 : length(P0)
   if J == 1 | J == 2
fprintf('\t P0%d = %f\n ',J-1,  P(end, J));

   elseif J > 2 & J < length(P0)
fprintf('\t P1%d = %f\n ', k,  P(end, J));
k = k + 1;
     else
fprintf('\t Pb1 = %f\n', P(end,end));
  end
end
% М-функция описания правых частей дифференциальных уравнений
function f = faza(t,P)
global A
f = A*P;
```

Результаты моделирования по определению операционных характеристик двухфазной системы:

Среднее число требований в системе: Ncp = 1.345670
Вероятность начала обслуживания: Pf1 = 0.224859
Вероятность отказа: Pomk = 0.775141
Относительная пропускная способность системы: Q = 0.224859
Эффективная частота поступления требований в систему: Lef = 0.382260
Абсолютная пропускная способность системы: Ab = 0.085955
Полное время пребывания требования в системе: Ts = 3.520298
Среднее время обслуживания требования в системе: Tcp = 2.985075
Среднее время задержки в обслуживании: Td = 0.535224

Финальные (стационарные) вероятности:
P00 = 0.063570
P01 = 0.161289
P10 = 0.365900
P11 = 0.204626
Pb1 = 0.204615
Переходные процессы вероятностей состояний показаны на рисунке. 1.3.

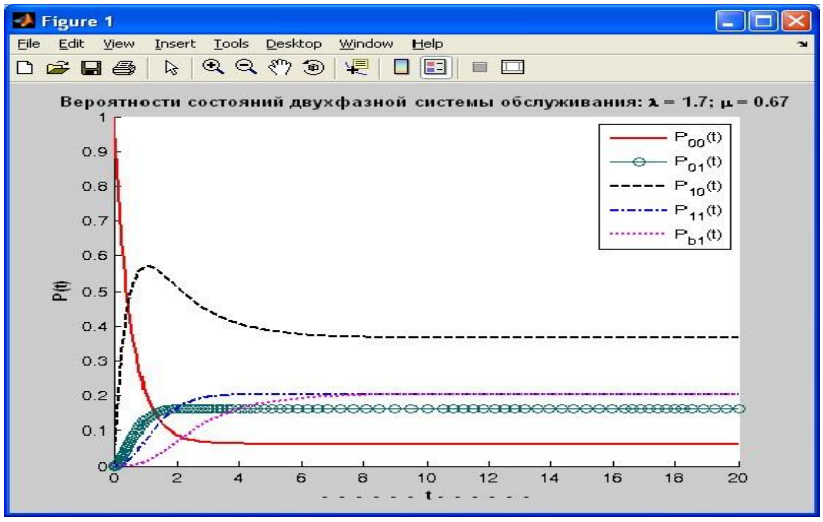


Рис. 1.3. Переходные процессы вероятностей состояний в двухфазной системе

Проведем контрольную проверку. Для этого сложим вероятности (которые являются несовместными):

$$0.063570+ 0.161289+0.365900+0.204626+0.204615=1.$$

Поскольку полученный результат практически равен единице, можно считать, что расчет вероятностей произведен успешно.

Выводы. Получены аналитические выражения для оценки вероятностей состояний и характеристик двухфазной системы. Приведен пример моделирования двухфазной системы массового обслуживания в системе MATLAB, получены операционные характеристики двухфазной системы и финальные (стационарные) вероятности. Построен график переходных процессов вероятностей состояний в двухфазной системе.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Фомин Г.П. Математические методы и модели в коммерческой деятельности. М: Финансы и статистика, 2001.
[2] Гурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М: Высшая школа, 2001.
[3] Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и её инженерные приложения. М: Наука, 1988.

Исмагулова Ж.С., Казангапова Б.А., Бақытбекова М.Б.

Жаппай қызмет көрсетудің екі фазалы жүйелерін талдау және модельдеу

Түйіндеме. Екі фазалы жаппай қызмет көрсету жүйесі шектеусіз талап ағыны әр түрлі өнімділіктегі екі аппараттан тұрады. Бұл жүйеде бірінші және екінші фазалар алдында талаптардың кезегі пайда болуы мүмкін. Жүйеге түсетін талаптар бірінші аппаратта қызмет көрсетіледі. Егер ол бос болса, онда талап кезекке қойылады. Бірінші аппараттан кейін талап екінші аппаратқа ауысады, оған дейін де кезек туындауы мүмкін. Осы класстың қарапайым жүйелері m1 және m2 параметрлері бар аппараттарда қызмет көрсету уақытын бөлудің көрсеткіш заңы және l параметрі бар келіп түсетін талаптардың Пуассон ағыны бар. Мақалада операциялық сипаттамаларды алу мақсатында MATLAB программалық ортасындағы күту блоктарының нөлдік сыйымдылығы бар екі фазалы жаппай қызмет көрсету жүйелерін моделдеу әдістері қарастырылады. MATLAB жүйесінде екі фазалы жаппай қызмет көрсету жүйесін модельдеу нәтижелері және мысал шешімінің программалық коды берілген, екі фазалы жүйенің операциялық сипаттамалары және соңғы (стационарлық) ықтималдықтары алынды.

Түйінді сөздер: модельдеу, талдау, кезек, талаптар ағыны, Пуассон үлестірімі, өту ықтималдығы, дифференциалдық теңдеу, істен шығу ықтималдығы, салыстырмалы өткізу қабілеті, соңғы ықтималдық.

УДК 625.1 (075.8)
81.93.29

B. A. Kazangapova, A. A. Yerzhan
(Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev,
Almaty, Kazakhstan, anel.erzhan.95@mail.ru)

USING MATHEMATICAL PREDICTION METHODS TO DETERMINE INVENTORY MANAGEMENT STRATEGIES

Abstract. In the context of increased competition in consumer markets, the stability of trading enterprises is ensured during the implementation of strategies aimed at maximizing the satisfaction of consumer demand for goods and services, as well as at reducing all types of trading costs. Warehouses for raw materials, semi-finished products and finished products are one of the most important elements of any manufacturing enterprise , and the warehouse management task is a classic task of inventory management and the central object of research in management theory and industry logistics. An essential feature of inventory management is the uncertainty associated with inaccurate or incomplete information on demand, supplies, time delays of ordered goods, spoilage of products and other parameters of the logistics system, which requires the search for an effective inventory management mechanism in the face of such uncertainty.

An analysis of the developed mathematical models showed that they allow you to take into account most factors and a variety of features for each type of inventory management problem. However, this same diversity has led to the fact that until now it is necessary to develop special models for each real production, taking into account its particular features and adapted to the specific tasks of this production.

The article discusses the use of mathematical methods of forecasting in the theory of inventory management. General recommendations are given on the choice of the forecasting method and the problems that can be encountered when using forecasting for specific tasks are described, and various situations in which it is recommended to make a forecast (use mathematical methods of forecasting) are considered.

Keywords. forecasting, order volume, demand, costs

Б. А. Казангапова, А. А. Ержан
(Казахская академия транспорта и коммуникации им. М.Тынышпаева,
г. Алматы, Казахстан, anel.erzhan.95@mail.ru)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ

Аннотация. В условиях обострения конкуренции на потребительских рынках устойчивость торговых предприятий обеспечивается в ходе реализации стратегий, направленных на максимальное удовлетворение потребительского спроса на товары и услуги, а также на снижение всех видов торговых издержек Склады сырья, полуфабрикатов и готовой продукции являются одним из важнейших элементов любого производственного предприятия, а задача управления складом - классической задачей управления запасами и центральным объектом исследований теории управления и промышленной логистики. Существенной

особенностью управления запасами является неопределенность, связанная с неточностью или неполнотой информации о спросе, поставках, временных задержках заказанных товаров, порче продукции и других параметрах логистической системы, что требует поиска эффективного механизма управления запасами в условиях такой неопределенности.

Анализ разработанных математических моделей показал, что они позволяют учесть большинство факторов и разнообразие особенностей для каждого из типов задач управления запасами. Однако это же разнообразие привело к тому, что до сих пор для каждого реального производства приходится разрабатывать специальные модели, учитывающие именно его особенности и адаптированные к конкретным задачам данного производства.

В статье рассматриваются вопросы использования математических методов прогнозирования в теории управления запасами. Даны общие рекомендации по выбору метода прогнозирования и описаны проблемы, с которыми можно столкнуться при использовании прогнозирования для конкретных задач, а также рассмотрены разнообразные ситуации, в которых рекомендуется сделать прогноз (применить математические методы прогнозирования).

Ключевые слова. прогнозирование, объем заказа, спрос, затраты.

Функционирование предприятий и организаций, так или иначе, связаны с задачами управления запасами, что говорит о необходимости научного подхода к управлению ими. Для научного управления запасами необходимо правильно представлять себе роль и значение запасов, факторы и их образования, мотивы их создания.

Математические методы прогнозирования имеют высокую достоверность получаемой информации. При прогнозировании наибольшее распространение получили методы математической экстраполяции, экономико-статистического и экономико-математического моделирования. Системы управления запасами или стратегии управления запасами разрабатываются с целью непрерывного обеспечения потребителя какими-либо материальными ресурсами посредством реализации комплекса мероприятий по поддержанию размера запаса в заданных пределах.

В управлении запасами прогнозирование - функция логистики, которая выполняется во всех областях логистической деятельности: снабжении, производстве и распределении. Прогнозированию прежде всего подлежит расход материалов, комплектов, агрегатов и т.д., спрос на готовую продукцию в натуральных или стоимостных единицах.

В управлении запасами необходимо прогнозирование спроса, продаж, расхода, потому что:

1. прогнозирование позволяет получить оценку спроса, в зависимости от величины которого организация решает, где и сколько товаров разместить для удовлетворения потребителя. При этом учитывается, что время ожидания потребителем желаемого товара часто меньше времени, необходимого организации для производства и распределения заказа. Созданные запасы незавершенного производства, готовой продукции позволяют гарантировать наличие продукта в течение периода, когда потребитель готов ждать.
2. прогнозные оценки спроса, продаж и расхода необходимы для составления финансовых планов и смет как для отдельных подразделений, так и для организации в целом.
3. прогнозы, трансформированные в планы, лежат в основе согласования и координации работы маркетинговых и логистических подразделений фирм в период маркетинговых акций.

Таким образом, адекватный и точный прогноз является основой планов логистики организации, позволяет не только лучше понять порождаемые системой отклонения - основную причину избыточных запасов, но и создать основу для решений по повышению уровня обслуживания, оптимизации объема инвестированного капитала, направляемого в запасы, быстрого реагирования логистических подразделений фирмы на запросы потребителей.[1]

Ситуации, в которых требуется выполнить прогноз, разнообразны: в одних случаях существует недостаток данных, в других - чрезмерное их количество. Например, в логистике торгового предприятия часто приходится иметь дело с управлением запасами продукции, модельный ряд которой изменяется достаточно быстро, и ряды исходных данных, доступных для прогнозирования, довольно короткие, а потребность в прогнозе спроса на такую продукцию остается высокой;

• иногда тенденция обнаруживается достаточно легко, часто ее нет;

• во многих сферах деятельности приходится учитывать сезонные колебания, которые повторяются с определенной периодичностью в течение небольшого промежутка времени, циклические колебания, повторяющиеся в течение длительного периода, а также другие важные для

конкретного прогноза факторы, такие как фаза жизненного цикла, эффект от маркетинговых мероприятий и прочие определяемые долгосрочной динамикой факторы. Что касается сезонности, то в логистике в целом существует разнообразие ситуаций, в которых может возникать необходимость учета данной составляющей, иногда называемой неравномерностью. Например, спрос может изменяться поквартально, помесячно, по дням недели и даже по часам суток.

Различным аспектам прогнозирования посвящено значительное количество исследований. Прогноз определяется как вероятностное научно обоснованное суждение о перспективах, возможных состояниях того или иного явления в будущем и (или) об альтернативных путях и сроках их осуществления, приводятся классификации методов прогнозирования. Для успеха в построении прогнозных оценок знаний только о способах их получения недостаточно. Важно четко разграничивать области применения разных методов прогнозирования и в зависимости от объема и характера данных быстро и безошибочно выбирать нужный в соответствии с целью получения конкретного прогноза.

Одним из параметров выбора метода прогнозирования является величина ошибки модели прогноза. Так, для товаров с предсказуемым спросом ошибка прогноза должна быть небольшой, а для товаров с непредсказуемым спросом - инновационных товаров - может быть значительно выше. Средний за период производства предел ошибки прогнозирования для первой группы отмечен на уровне 10%, для второй группы - от 40 до 100%.

При прогнозировании можно столкнуться с несколькими проблемами. Первая группа проблем разработки прогнозов связана с исходными данными. Возникают вопросы о том, на основе каких данных строить прогнозы, как их сгруппировать (по месяцам, неделям, дням), каково их достаточное количество, как «увидеть» в них наличие тенденции, сезонности, каков должен быть уровень агрегирования (объединения) данных и т.п. На все эти вопросы однозначно ответить сложно. Если речь идет о прогнозе независимого спроса, то исходными данными являются сведения о заказах потребителей. Часто многие организации совершают ошибку, учитывая при составлении прогнозов данные, указанные в накладных и других документах, т.е. не учитывают невыполненные заказы. Если учесть реальный спрос, то в долгосрочной перспективе удастся избежать невыполненных заказов, и через какое-то время прогнозы станут более точными. При прогнозировании расхода материальных ресурсов можно в качестве исходных данных использовать как данные о требованиях, так и данные об имеющихся остатках. Ценность прогнозов повышается, если модели прогнозирования достаточно быстро адаптируются к появлению новых данных. Так, если мы сделаем прогноз спроса на месяц на основе данных, сгруппированных по месяцам, то в течение этого периода мы не будем способны включить оперативные данные о реальных продажах. Если данные сгруппированы по неделям, то по окончании каждой недели можно адаптировать модель или полностью ее изменить, что даст нам возможность реагировать на изменения в спросе. Часто возникает необходимость группировки данных о спросе, расходе и по дням недели.

Адаптивные возможности моделей прогнозирования, построенных на таких данных, будут значительно выше. Таким образом, проблема группировки данных связана с повышением эффективности управления: наилучшие решения принимаются на основе синтеза ретроспективной информации, прогнозных оценок и оперативных данных, вовремя включенных в модели принятия решений. Что касается агрегирования данных, то прогнозы, выполненные на более высоком уровне агрегирования, в среднем точнее прогнозов с более низким уровнем агрегирования. Сравните прогноз продаж, например, макаронных изделий в одном гипермаркете и во всех магазинах, расположенных в крупном городе. Колебания спроса в отдельных магазинах на более высоком уровне агрегирования, как правило, погашают друг друга. Решение о том, на каком уровне агрегирования выполнить прогноз, представляет собой компромисс между повышенной степенью точности, достигаемой на более высоком уровне, и снижением точности, получаемой на более низком, т.е. необходимо выбрать какой-то промежуточный вариант, например из тех, что показаны на рисунке 1. Большинство специалистов по управлению цепями поставок рекомендуют организациям не заниматься прогнозированием на низких уровнях в разных их точках, а выбрать необходимый уровень агрегирования. [2]

Рис. 1. Варианты агрегирования данных для прогнозирования
Fic. 1. Options for aggregating data for forecasting

Прогнозирование на низких уровнях агрегирования является «опасным» явлением. Эта проблема связана с появлением эффекта кнута (хлыста), или эффекта Форрестера, который приводит к тому, что небольшие изменения спроса конечных потребителей при обратном прохождении по цепи поставок усиливаются и искажаются (рис. 2).

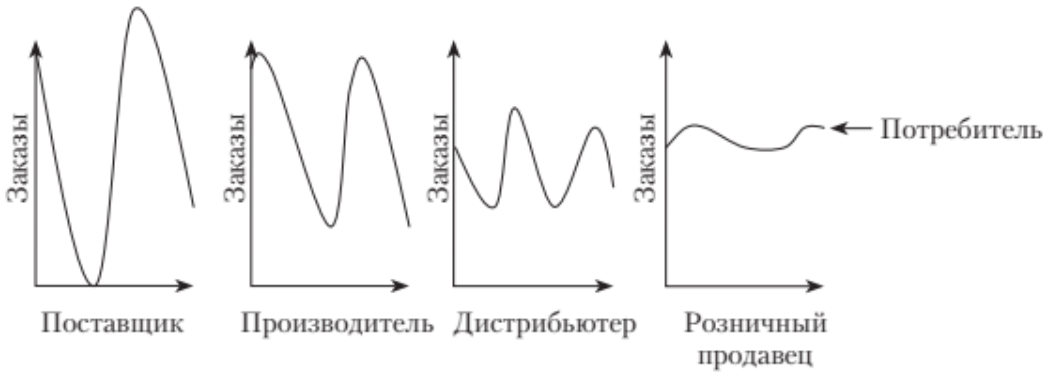


Рис. 2. Эффект Форрестера
Fic 2. The Forrester effect

Эффект Форрестера (эффект кнута) является одной из причин появления скрытых издержек в цепи поставок. Его влияние особенно велико в ситуации, когда участники цепи поставок действуют независимо друг от друга и с минимальным обменом информацией. Другими словами, его влияние может быть снижено путем обмена данными в цепи поставок, и чем полнее и достовернее предоставляется информация партнерами по цепи, тем точнее прогнозы.

Вторая группа проблем заключается в выборе метода прогнозирования. Традиционная классификация видов прогнозов не позволяет разграничить области их применения в логистической деятельности, особенно в управлении запасами, где важны не краткосрочные прогнозы в пределах года (тем более не среднесрочные и долгосрочные), а прогнозы на один или несколько периодов, которые по продолжительности во много раз меньше горизонта краткосрочного прогнозирования социально-экономических процессов: на квартал, месяц, неделю, день. [3]

Поэтому в управлении запасами более целесообразно выбирать методы прогнозирования в зависимости от возможности получить прогноз на один или несколько периодов, а также адаптировать модель прогноза к появлению новых данных. Так, методы, позволяющие выполнить прогноз только на один период - это простое экспоненциальное и арифметическое сглаживания. Прогноз на один и несколько периодов может быть выполнен с помощью трендовых моделей, экспоненциального сглаживания с двумя и тремя (при наличии сезонности) параметрами. При этом важно помнить о необходимости соблюдения следующего правила: отношение продолжительности предпрогнозного периода и периода прогнозирования должно быть не меньше, чем 3 : 1. Также необходимо соотнести имеющееся количество и вид данных с требованиями к минимальному количеству исходных данных, на основе которых можно сделать прогноз тем или иным методом.

Рекомендуемое минимальное количество данных для разных методов прогнозирования приведено в таблице 1.[2]

Таблица 1. **Общие рекомендации по выбору метода прогнозирования**

Метод прогнозирования	Наличие тренда	Наличие сезонности	Требования к минимальному количеству данных		Количество периодов прогноза	
			Несезонные	Сезонные	Один	несколько
Экспертный	Необязательно	Необязательно	0	0	Да	Да
Наивный	Да/нет	Да/нет	1	-*	Да	Нет
Экспоненциальное сглаживание (простое)	Нет	Нет	2	-	Да	Нет
Арифметическое сглаживание	Нет	Нет	4	-	Да	Нет
Метод Хольта	Да	Нет	3	-	Да	Нет
			10	-	Да	Да
Метод экспоненциальных средних (метод Брауна)	Да	Нет	3	-	Да	Да**
Экстраполяция тренда	Да	Нет	3	-	Да	Да**
	Да	Да	-	$1 \cdot \tau$**	Да	Да**
Метод Винтерса	Да	Да	-	$2 \cdot \tau$	Да****	
Комбинированный прогноз (оценка среднего значения)	Да/нет	Да/нет	1	-	Да	Нет
Комбинированный прогноз (оценка среднего значения отклонения)	Да/нет	Да/нет	3	-	Да	Нет

* «—» - метод не используется.

** Прогноз на несколько шагов возможен при соблюдении соотношения длины пред прогнозного периода и периода прогнозирования 3 : 1.

*** τ - периодичность сезонности.

**** Прогноз на один период, содержащий сезонность (например, на 1 год поквартально).

Помимо требований, указанных в таблице 1, необходимо учитывать особенности применения методов прогнозирования. Так, простое экспоненциальное сглаживание нельзя применять, если динамический ряд содержит тенденцию. Если наблюдается тенденция роста, то прогноз, полученный с помощью простого экспоненциального сглаживания, всегда окажется заниженным. А если содержится ниспадающая тенденция, то прогноз, полученный данным методом, всегда будет завышенным. Следует помнить, что часто простые методы позволяют получить более высокие результаты, чем более сложные, особенно в краткосрочном прогнозировании. [4] Поэтому прежде всего следует сосредоточиться на «правильной» информации и ее интеграции, а не на усложнении процедуры прогнозирования. Наиболее часто в управлении запасами используются методы прогнозирования, основанные на анализе временных рядов. Они имеют разную сложность. Так, например, если все имеющиеся данные существенны и имеют равную ценность для прогноза, можно найти среднее всех значений динамического ряда — это и будет являться прогнозом на один шаг.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Лукинский, В.С. Управление запасами в цепях поставок в 2 ч. Часть 2: Учебник и практикум. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 307. – (Бакалавр и магистр. Академический курс).

[2] Фишер М. Какая цепочка поставок оптимальна для вашего товара // Построение цепочки создания стоимости. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007.

[3] Управление цепями поставок. Справочник издательства Gower / под ред. Дж. Гаторны. М.: ИНФРА М, 2008.

[4] Казангапова Б.А., Ержан А.А. Исследование простейшей модели оптимального размера заказа. Высшая школа Казахстана. Международное научно-педагогическое издание 4/2019. 64-68

Казангапова Б.А., Ержан А. А.

Қорларды басқару стратегиясын анықтауда болжаудың математикалық әдістерін қолдану

Түйіндеме. Тұтыну нарықтарында бәсекелестіктің шиеленісуі жағдайында сауда кәсіпорындарының тұрақтылығы тауарлар мен қызметтерге тұтынушылық сұранысты барынша қанағаттандыруға, сондай-ақ сауда шығындарының барлық түрлерін азайтуға бағытталған стратегияларды іске асыру барысында қамтамасыз етіледі. Шикізат, жартылай фабрикаттар және дайын өнімдер қоймалары кез келген өндірістік кәсіпорынның маңызды элементтерінің бірі болып табылады, ал қойманы басқару міндеті - қорларды басқарудың классикалық міндеті және басқару теориясы мен өнеркәсіптік логистиканы зерттеудің орталық объектісі болып табылады. Қорларды басқарудың маңызды ерекшелігі сұраныс, жеткізу, тапсырыс берілген тауарлардың уақытша кідіруі, өнімнің бүлінуі және логистикалық жүйенің басқа да параметрлері туралы ақпараттың дәлсіздігіне немесе толық еместігіне байланысты белгісіздік болып табылады, бұл осындай белгісіздік жағдайында қорларды басқарудың тиімді тетігін іздестіруді талап етеді.

Әзірленген математикалық модельдерді талдау олардың қорларды басқару есебінің әр түрі үшін көптеген факторлар мен ерекшеліктердің әртүрлілігін ескеруге мүмкіндік беретінін көрсетті. Алайда, бұл әртүрлілік осы кезге дейін әрбір нақты өндіріс үшін оның ерекшеліктерін ескеретін және осы өндірістің нақты міндеттеріне бейімделген арнайы модельдерді әзірлеуге тура келді.

Мақалада қорларды басқару теориясында болжаудың математикалық әдістерін қолдану мәселелері қарастырылады. Болжамдау әдісін таңдау бойынша жалпы ұсыныстар берілді және нақты міндеттер үшін болжауды пайдалану кезінде кездесетін проблемалар сипатталған,сондай-ақ болжам жасауға ұсынылатын әртүрлі жағдайлар (болжаудың математикалық әдістерін қолдану) қарастырылған.

Түйінді сөздер:. болжау, тапсырыс көлемі, сұраныс, шығындар

[1]B.A.Maksutova, [1]S.A.Baitenova, [1]A.A.Srazhdinova, [1]A.B.Akhmetova, [1]S.A.Anvarov

([1]Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

E-mail:maksutova.bota.ab@gmail.com, sbaitenova@mail.ru, aziza0167@gmail.com, baltabekova_1994@mail.ru, anvarov.sunvar@gmail.com;)

DETECTION AND TRACKING PEOPLE IN REAL-TIME WITH YOLO OBJECT DETECTOR

Abstract. In this article we wrote not large programme for solve task for detection and tracking object in real-time. The programme was wrote on Python programming language. For object detection was used convolutional neural network with YOLOV3 architecture. A preliminary analysis was carried out of several variations of YOLO with CNN models. In the article, we justify why we want to use YOLO, and what is it and how need to use and process the model output.

Key words: Neural network, YOLO, CNN.

Б. А. Максутова, С. А. Байтенова, А. А. Сраждинова, А. Б. Ахметова, С. А. Анваров

(Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

E-mail:maksutova.bota.ab@gmail.com, sbaitenova@mail.ru)

ОБНАРУЖЕНИЕ И ОТСЛЕЖИВАНИЕ ЛЮДЕЙ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ С ПОМОЩЬЮ ДЕТЕКТОРА ОБЪЕКТОВ YOLO

Аннотация: В данной статье мы написали небольшую программу для решения задачи обнаружения и отслеживания объектов (object detection) в режиме реального времени. Программа была написана на языке программирования Python. Для детектирования объектов была использована свёрточная нейронная сеть с архитектурой YOLOv3. Предварительно был проведен сравнительный анализ нескольких вариаций YOLO с

моделями CNN. В статье мы обосновываем почему мы хотим использовать YOLO, и что из себя представляет YOLO и как использовать и обрабатывать выходные данные модели.

Ключевые слова: Нейронные сети,YOLO, CNN.

1. Введение

Технологии компьютерного зрения очень распространены. Они применяются для распознавания лиц, пешеходов, объектов, для медицинского анализа, навигации автономных автомобилей и во многих других сферах. В связи с ростом вычислительных мощностей и появлением больших баз изображений стало возможным обучать глубокие нейронные сети — нейронные сети с большим числом скрытых слоёв. В задаче распознавания образов особого успеха достигли свёрточные нейронные сети (Convolutional Neural Networks), которые каждый год с 2012 года выигрывали соревнование ImageNet Large Scale Visual Classification Challenge (ILSVRC) [1]. Мы решили исследовать различные детекторы объектов для определения лучшего, который мы будем использовать в нашей программе. В нашей работе будет использоваться также трекинг для отслеживания и подсчета людей в помещениях, который стремительно развивается вместе с приложениями в розничных магазинах, автомобилях с автоматическим управлением, системах безопасности и наблюдения, системах захвата движения и многом другом.

2. Процесс отслеживание людей в режиме реального времени с помощью детектора объектов YOLO

Fast R-CNN предлагается на основе SPPNet [2]. SPPNet удаляет обрезку /перекос R-CNN, заменяет последний пул слой перед слоем FC с SPP, и сохраняет выходное изображение m * n частей. Эти функции ускоряют тестовую скорость от 24 до 102 раз. R-CNN предлагает объединение регионов и анализ предложений, которые решают всю учебную задачу СПП. Кроме того, он использует многозадачный слой потерь: SoftmaxLoss заменяет SVM, и SmoothL1Loss заменяет Bouding-box. Эти новые методы повышают точность алгоритма объединяя классификацию и регрессию. Кроме того, он ускоряет полностью связанные слои с СВД. Следовательно, скорость обучения и тестирования Fast R-CNN составляют соответственно 3 раза и 10 раз. быстрее, чем у SPP. Набор данных VOC07 показывает, что mAP Fast R-CNN составляет 70.

Основанный на Fast R-CNN, Faster R-CNN решает проблему регионального предложения путем добавления RPN, что является ключевым вкладом Faster R-CNN [3]. Он получает региональное предложение не на исходном изображении, а на последнем изображении объекта, которое будет введено в пул ROI. Разрешение функции изображения ниже, чем у исходного изображения, поэтому вычисление Faster R-CNN гораздо меньше

чем у всех бывших моделей CNN.

Новый подход к обнаружению объектов называется You Only Look Once (YOLO). Как первый метод полностью выбрасывая конвейер, он определяет обнаружение объекта как проблему регрессии в пространственно разделенном ограничивающие рамки и вероятности связанного класса, которые предсказываются с помощью одной нейронной сети из полных изображений в одной оценке. Кроме того, YOLO выбирает GoogLeNet, но не VGG-16 в качестве базы сети.

База YOLO также называется YOLO Version 1 (YOLOv1) [4]. Моделирует обнаружение как регрессию проблемы. Одна сверточная сеть одновременно предсказывает множество ограничивающих рамок и класс

вероятности для этих ящиков.

YOLO Version 2 (YOLOv2) - это улучшенная по сравнению с YOLO модель, которая сохраняет преимущество на скорости [5]. Использование нового, многоуровневого обучения метод той же модели YOLOv2 может работать с различными размерами, предлагая легкий компромисс между скоростью и точностью.

YOLO предлагает совершенно новый способ обработки изображений, который сильно отличается от не только Faster R-CNN, но также и R-CNN и все его варианты. Есть ключевые различия между YOLO и Faster R-CNN такие как:

1. Рамки

Хотя и Faster R-CNN, и YOLO используют CNN в качестве ядра, и их основные цели - найти лучший способ разделения основанный на CNN, их рамки сильно отличаются друг от друга.

2. Быстрота

R-CNN сохраняет традиционный общий кадр R-CNN: используя CNN, работая со всеми входными изображениеми, но его ключ принимает Региональную сеть предложений, чтобы особенно ускорить расчет обработка предложений. YOLO делит все изображение в самом начале, а затем использует CNN для процесса. Кроме того, YOLO полностью отказывается от раздвижных окон и региональных предложений и делит изображение в сетку. Между тем, он внедряет механизм доверительной расписки в каждую сетку и класс вероятностей для принятия решения. Хотя YOLOv2 повторно использует якорные ящики, YOLOv1 отказался от него в начале YOLO; и YOLOv2 использует 5 якорных ящиков, в то время как Faster R-CNN имеет 9 якорных ящиков. Кроме того, YOLOv2 создает много новых методов для повышения точности, таких как кластеры измерений, это все, что не поддерживает Faster R-CNN.

Так как наилучший результат нам дал YOLO, то в дальнейшем мы будем использовать именно этот детектор объектов.

YOLO или You Only Look Once — это очень популярная на текущий момент архитектура CNN, которая используется для распознавания множественных объектов на изображении. Главная особенность этой архитектуры по сравнению с другими состоит в том, что большинство систем применяют CNN несколько раз к разным регионам изображения, в YOLO CNN применяется один раз ко всему изображению сразу. Сеть делит изображение на своеобразную сетку и предсказывает bounding boxes и вероятности того, что там есть искомый объект для каждого участка. Плюсы данного подхода состоит в том, что сеть смотрит на все изображение сразу и учитывает контекст при детектировании и распознавании объекта. Так же YOLO в 1000 раз быстрее чем R-CNN и около 100x быстрее чем Fast R-CNN [6]. YOLOv3 — это усовершенствованная версия архитектуры YOLO. Она состоит из 106-ти свёрточных слоев и лучше детектирует небольшие объекты по сравнению с её предшественницей YOLOv2. Основная особенность YOLOv3 состоит в том, что на выходе есть три слоя каждый из которых рассчитан на обнаружения объектов разного размера.

Был проведен анализ детекторов объекта по скорости, производительности и точности (рисунок 2, таблица 1).

Таблица 1. **Анализ детекторов объекта по скорости, производительности и точности**

Method	mAP(%)	FPS
Faster R-CNN	72,7	11,23
YOLO	62,52	42,34
SSD512	77,73	24,19
YOLOv3	88,09	51,26

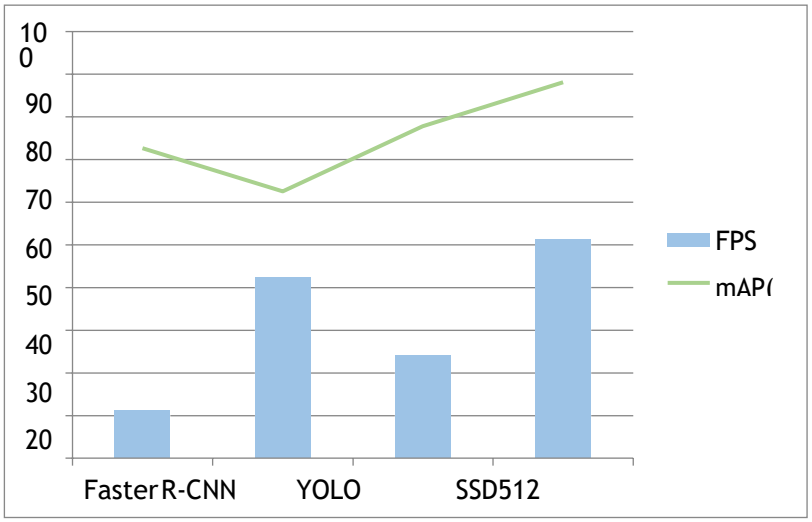


Рис.1. Сравнительный анализ детекторов объектов

Отслеживание объектов

Задача трекинга объекта в видеопотоке заключается в сопоставлении детекций объекта на последовательности кадров видеопотока треку объекта. Задача трекинга множества объектов (MOT) заключается в трекинге нескольких различных объектов. В последнее время появилось множество надежных алгоритмов для трекинга одного объекта, однако при наличии нескольких объектов, необходимо отслеживать соответствие объектов текущего фрейма объектам предыдущих фреймов. Отслеживание нескольких объектов является сложной задачей, особенно в случае их частичного перекрытия (окклюзии) или значительного сходства нескольких объектов между собой.

Рассмотрим некоторые алгоритмы трекинга объектов.

Simple Online and Real-Time Tracking (SORT) [7] решают задачу трекинга в два этапа, сначала решается задача детектирования объектов требуемых классов в кадре, а потом выполняется их сопоставление с детекциями, полученными на предыдущих кадрах. Каждая детекция описывается ограничивающей ее прямоугольной областью интереса. В случае совпадения детекций одного и того же класса объектов на последовательных кадрах, эти детекции относятся к одному треку. Основной признак принадлежности детекций одному треку – близкое расположение ограничивающих их прямоугольников на последовательных кадрах [7].

Generic Object Tracking Using Regression Network (GOTURN) [8] - это разновидность трекеров, основанных на сверточных нейронных сетях (CNN). Используя все преимущества трекеров CNN, GOTURN значительно быстрее благодаря автономному обучению без онлайн точной настройки. Система слежения GOTURN решает проблему отслеживания одной цели: учитывая метку граничной рамки объекта в первом кадре видео, мы отслеживаем этот объект через остальные видео.

Track before detect (TBD) использует стратегию "многокадрового обнаружения" [9] для достижения цели, и при работе требуется как пространственная, так и временная информация. Алгоритм отслеживает траектории более чем одного кандидата в процессе обнаружения, а также оценивает апостериорную вероятность для каждой из них, которая будет сравниваться с определенным базовым значением в конце процесса.

3.Полученные результаты

Для этой конкретной задачи нам не нужен набор данных с помеченными данными, то есть мы используем предварительно обученную модель, которая уже специализируется в аналогичных областях. Наша способность - правильно адаптировать их к интересующей нас ситуации. Обнаружение людей - это классическая область применения в Computer Vision, и многие модели обучены распознавать этот стандартный класс, достигая высоких показателей. Мы выбрали YOLOV3 для обнаружения объектов, потому что он обеспечивает хороший компромисс между производительностью и скоростью [10]. Обнаружение людей является консолидированной задачей в машинном обучении, поэтому мы пытаемся применить эти знания (с относительно высокими показателями) в другой области. Отслеживание представляет собой сложную проблему по нескольким причинам: отслеживаемые элементы могут быть полностью или частично закрыты, отслеживаемые элементы могут выглядеть похожими друг на друга (что приводит к переключению идентификатора), а объект может полностью исчезнуть, чтобы вновь появиться позже. Мы исследовали, экспериментировали, терпели неудачу, снова экспериментировали и, наконец, достигли очень хорошей точности благодаря отслеживанию в реальном времени на периферийном устройстве с малым количеством вычислений. Обнаружение - это первый шаг, прежде чем мы сможем выполнить отслеживание. Существует много предварительно обученных моделей для обнаружения объектов , но если вы хотите запустить обнаружение объектов в режиме реального времени без значительной потери точности, то нужно выбирать YOLOv3,что мы и сделали. После обнаружения людей, использующих YOLOv3, нам нужен алгоритм отслеживания для отслеживания этих «объектов» по кадрам. Для этого мы использовали очень популярный алгоритм, называемый SORT (Simple Online RealTime Tracking) . Алгоритм SORT отслеживает каждый уникальный объект, пока этот объект не окажется в кадре. Он определяет состояние каждой дорожки на основе обнаружения центра блока, масштаба блока, соотношения сторон блока и их производные по времени (то есть скорости) [11].

4.Блок-схема кода

Используемый код мы представили в виде блок-схемы с комментариями (рисунок 2-4) и отобразили результат через веб-камеру в режиме реального времени (рисунок 5):

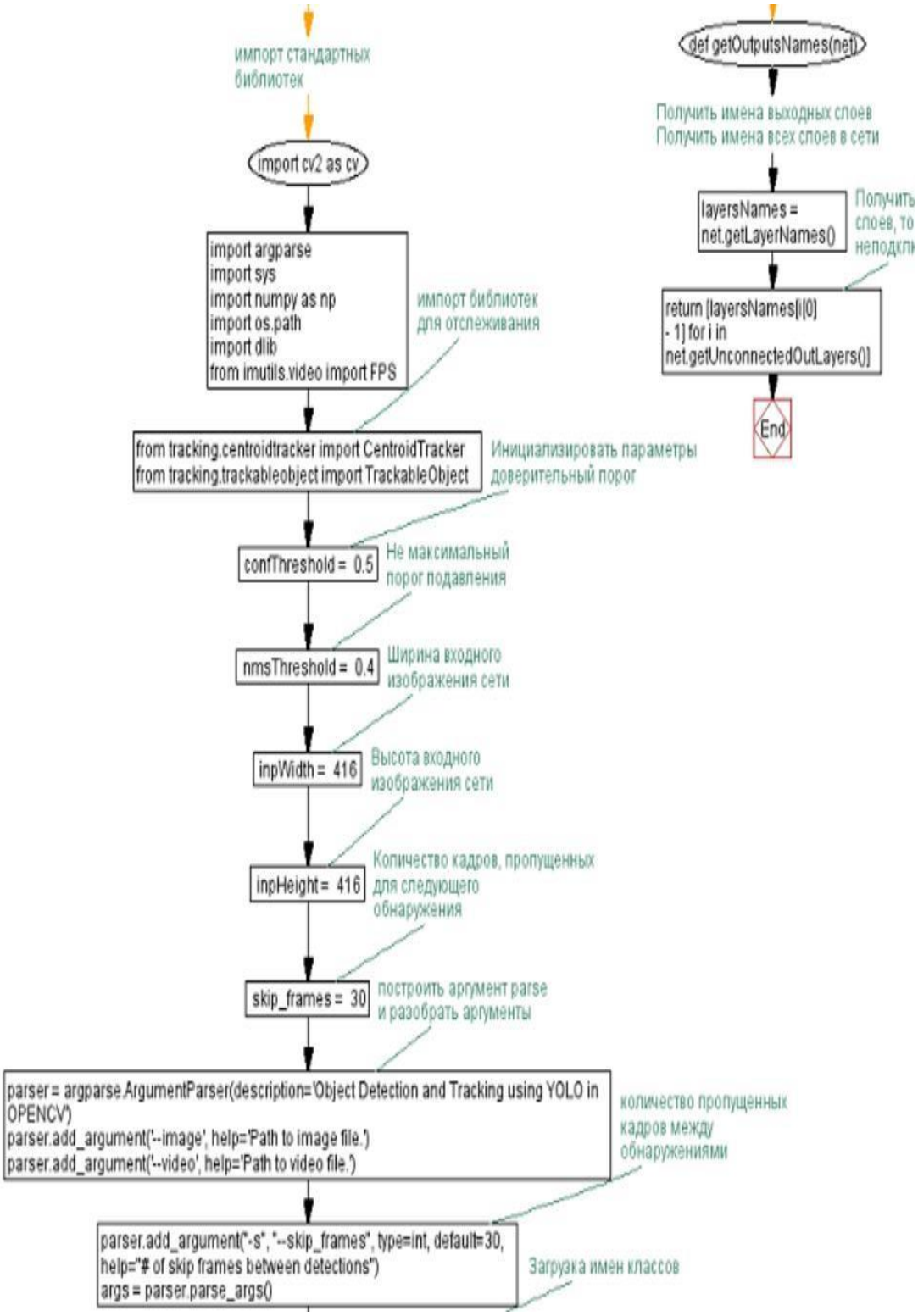


Рис.2. Блок-схема части алгоритма отслеживания для отслеживания этих «объектов» по кадрам кода

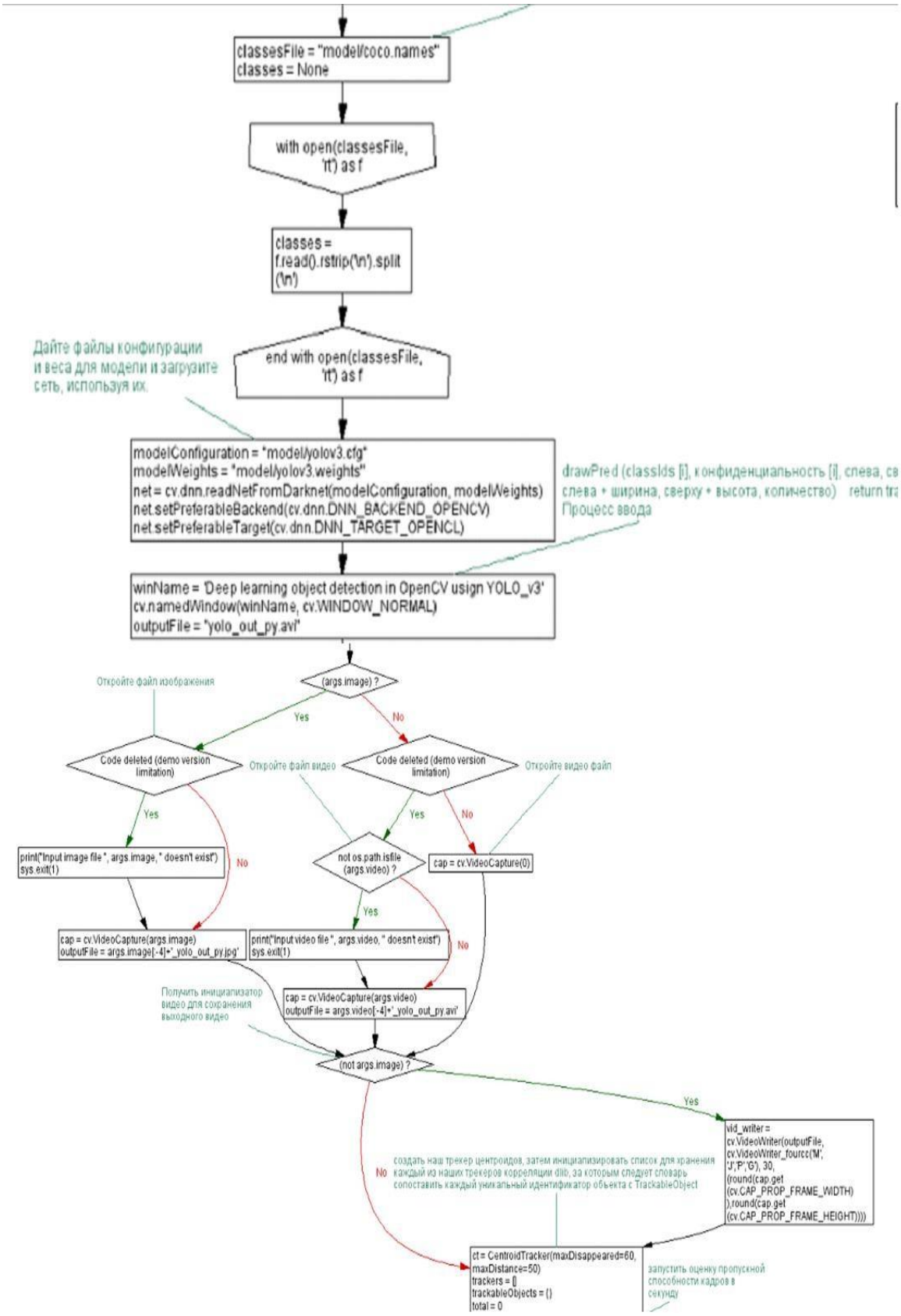


Рис.3. Блок-схема часть 2 алгоритма отслеживания для отслеживания этих «объектов» по кадрам кода.

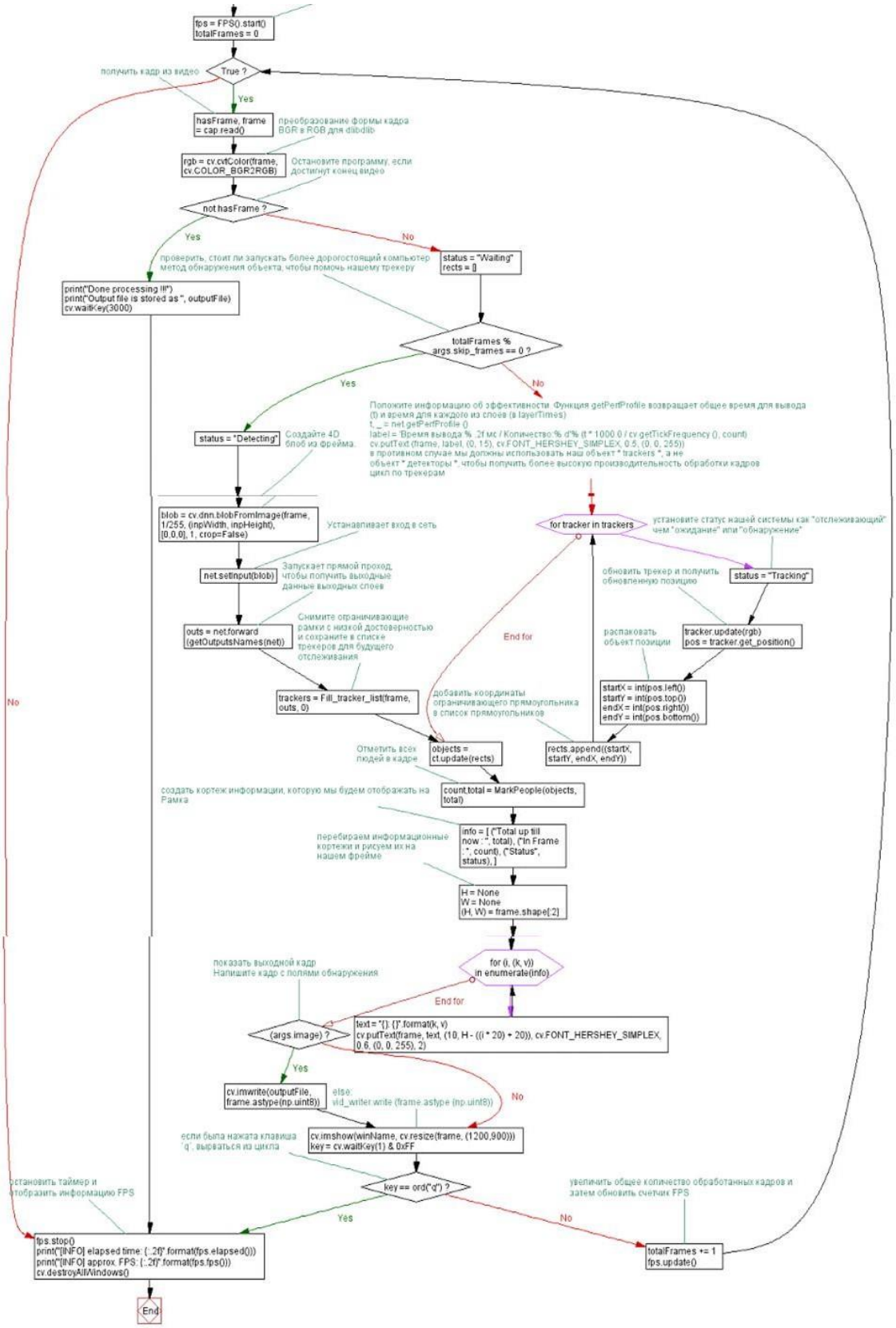


Рис.4. Блок-схема 3 части алгоритма отслеживания для отслеживания этих «объектов» по кадрам кода.

Рис. 5. Практическое использование

Заключение

В статье может быть использована часть системы безопасности, которая в случае чрезвычайных ситуациях будет отслеживать сколько людей находилось в помещении, и сколько человек покинуло данное помещение для предотвращения неблагоприятных последствий. В настоящее время все больше и больше, особенно в нашем городе, случаются неконтролируемые горения сооружений, которые сопровождаются плачевными результатами не только в материальном плане, но и касающиеся жизни граждан. Был проведен тщательный анализ детекторов объектов и алгоритмов отслеживания, для получение наиболее точного и быстрого по производительности программного продукта.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Olga Russakovsky, Jia Deng, Hao Su, Jonathan Krause, Sanjeev Satheesh, Sean Ma, Zhiheng Huang, Andrej Karpathy, Aditya Khosla, Michael Bernstein, Alexander C. Berg, Li Fei-Fei. 2015. Imagenet large scale visual recognition challenge. International Journal of Computer Vision, 115(3), pp. 211-252.

[2] Girshick, R. (2015). Fast r-cnn. In Proceedings of the IEEE international conference on computer vision (pp. 1440-1448).

[3] Ren, S., He, K., Girshick, R. & Sun, J. (2015). Faster R-CNN: к объекту в реальном времени обнаружение с региональными сетями предложения. Достижения в области нейронной обработки информации системы (стр. 91-99)

[4] Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You only look once: Unified, real-time object detection. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (pp. 779-788).

[5] Redmon, J., & Farhadi, A. (2016). YOLO9000: better, faster, stronger. arXiv preprint arXiv:1612.08242.

[6] LeCun, Y., Bottou, L., Bengio, Y., & Haffner, P. (1998). Gradient-based learning applied to document recognition. Proceedings of the IEEE, 86(11), 2278- 2324

[7] Bewley, A. Simple online and realtime tracking / A. Bewley, G. Zongyuan, F. Ramos, B. Upcroft // ICIP. – 2016. – P. 3464-3468.

[8] David Held, Sebastian Thrun and Silvio Savarese. Learning to track at 100 fps with deep regression networks. In European Conference Computer Vision (ECCV), 2016.

[9] Lisha He, Lijun Xie, Tian Xie, Haibin Pan, and Yao Zheng.(2012) An Effective TBD Algorithm for the Detection of Infrared Dim-Small Moving Target in the Sky Scene

[10] Priya Dwivedi (2019). Real-Time Person Tracking on the Edge with a Raspberry Pi.

[11] Marco Cerliani (2019). People Tracking with Machine Learning

Мақсутова Б. А., Байтенова С. А., Сраждинова А. А., Ахметова А. Б., Анваров С. А.

Нақты уақыт режимінде YOLO нысандар детекторын қолдану арқылы адамдарды анықтау және бақылау

Түйіндеме: Осы мақалада біз нақты уақыт режимінде нысандарды табу және қадағалау мәселесін шешуге арналған шағын бағдарлама жаздық. Бағдарлама Python бағдарламалау тілінде жазылған. Нысандарды анықтау үшін YOLOv3 архитектурасымен конвульсиялық нейрондық желі қолданылды. CNN модельдерімен YOLO бірнеше түрлеріне алдын-ала талдау жүргізілді. Мақалада біз YOLO-ны не үшін пайдаланғымыз келетіндігімізді және YOLO деген не екенін, модель шығысын қалай пайдалану және өңдеу керектігін негіздейміз.

Кілттік сөздер: Нейрондық желілер, YOLO, CNN.

УДК 539.3

G.U. Mamatova[1], G.K.Bexeitova[2], R.A.Berkutbayeva[2], Zh.M. Bekaulova[3]
([1]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,
[2]Academy of Civil Aviation, Almaty, Kazakhstan,
[3]International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan mamatovag@mail.ru)

THE PROBLEM OF AXISYMMETRIC BENDING OF A ROUND PLATES TAKING INTO ACCOUNT THE INITIAL CURVATURE

Abstract. In this article, we consider the problem of bending a round plate with an initial curvature. Round plate with initial curvature as a structural element is widely used, the calculation of which leads to many questions related to the design of round Foundation plates, turbine disks, flexible shaft connections and other.

The nonlinear theory of round flexible plates provides the key to explaining the process of loss of stability, which often leads to complete destruction of the structure. Therefore, there is a high need for analytical methods for solving problems of calculating the stress-strain state of round flexible plates, taking into account the initial curvature.

These problems are mathematically reduced to differential equations with variable coefficients, the exact solution of which, as a rule, does not exist. Therefore, the construction of analytical solutions to these problems is very relevant.

Key words. The bending of the plate, stress-strain state, nonlinear differential equations, partial discretization method, class of generalized functions.

Г.У. Маматова[1], Г.К.Бексеитова[2], Р.А.Беркутбаева[2], Ж.М. Бекаулова[3]
([1] Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
[2]Академия гражданской авиации,
[3]Международный университет информационных технологии,
Алматы, Казахстан *mamatovag@mail.ru*)

ЗАДАЧА ОБ ОСЕСИММЕТРИЧНОМ ИЗГИБЕ КРУГЛОЙ ПЛАСТИНЫ С УЧЕТОМ НАЧАЛЬНОЙ КРИВИЗНЫ

Аннотация. В статье рассмотрена задача об изгибе круглой пластины с начальной кривизной, которая в качестве конструктивного элемента находит широкое применение. К ее расчету приводят многие вопросы, связанные с проектированием круглых фундаментных плит, турбинных дисков, гибких соединений валов и др..

Нелинейная теория круглых гибких пластин дает ключ к объяснению процесса потери устойчивости, которая приводит нередко к полному разрушению конструкции. Поэтому высока потребность в аналитических методах решения задач о расчетах напряженно-деформированного состояния круглых гибких пластин с учетом начальной кривизны. Указанные задачи математически сводятся к дифференциальным уравнениям с переменными коэффициентами, точное решение которых, как правило, не существует. Поэтому построение аналитических решений названных задач является весьма актуальной.

Ключевые слова. Изгиб пластины, напряженно-деформированное состояние, нелинейные дифференциальные уравнения, метод частичной дискретизации, класс обобщенных функций.

Рассмотрим круглую гибкую пластину с начальным прогибом, закрепленную по контуру и подвергающуюся действию равномерно распределенной поперечной нагрузки интенсивности q.

Основная система дифференциальных уравнений теории гибкой круглой пластины с начальным прогибом имеет следующий вид [1]

$$\left.\begin{aligned} D\frac{d}{dr}\left(\nabla^2\omega\right)&=\psi+\frac{h}{r}\frac{d\Phi}{dr}\left(\frac{d\omega}{dr}+\frac{d\omega_{\text{нч}}}{dr}\right)\\ \frac{d}{dr}\left(\nabla^2\Phi\right)&=-\frac{E}{r}\left(\frac{1}{2}\left(\frac{d\omega}{dr}\right)^2+\frac{d\omega_{\text{нч}}}{dr}\frac{d\omega}{dr}\right)\end{aligned}\right\} \tag{1}$$

где ψ – функция нагрузки, равная

$$\psi=\frac{1}{r}\int_0^r qrdr,$$

Φ – функция напряжения, введенная по формулам:

$$\sigma_r = \frac{1}{r}\frac{d\Phi}{dr}, \qquad \sigma_\varphi = \frac{d^2\Phi}{dr^2},$$

E – модуль упругости, ω – прогиб, $\omega_{нч}$ – начальный прогиб, σ_r, σ_φ – радиальная и тангенциальная напряжении.

А.С. Вольмир для получения решения такого рода задач задается формой прогиба и в дальнейшем использует метод Бубнова-Галеркина [1]. Система уравнений (1) нередко исследуется методом малого параметра, когда множитель перед нелинейными членами является малым. В случае, когда такое ограничение на этот множитель не ставится, то получение решения является проблемой. Поэтому можно воспользоваться методом частичной дискретизации дифференциальных уравнений, точность получаемого решения для которого многократно проверялась при решении задач, связанных получением изгибов пластин [2]. Запишем, пользуясь методом частичной дискретизации дифференциальных уравнений [2], [3], второе уравнение системы (1) в виде

$$\frac{d^3\Phi}{dr^3} + \frac{1}{r}\frac{d^2\Phi}{dr^2} - \frac{1}{r^2}\frac{d\Phi}{dr} = -\frac{1}{2}\sum_{k=1}^{n}(r_k + r_{k+1})\left(\frac{E}{r_k}\left(\frac{1}{2}\left(\frac{d\omega_k}{dr}\right)^2 + \frac{d\omega_{нч_k}}{dr}\frac{d\omega_k}{dr}\right)\times\right.$$
$$\left.\times\,\delta(r - r_k) - \frac{E}{r_{k+1}}\left(\frac{1}{2}\left(\frac{d\omega_{k+1}}{dr}\right)^2 + \frac{d\omega_{нч_{k+1}}}{dr}\frac{d\omega_{k+1}}{dr}\right)\delta(r - r_{k+1})\right), \tag{2}$$

где $\delta(r - r_k)$ – обобщенная дельта-функция Дирака.

Общее решение уравнения (2) имеет выражение

$$\frac{d\Phi}{dr} = C_1 r + C_2\frac{1}{r} - \frac{E}{4}\sum_{k=1}^{n}(r_k + r_{k+1})\left(\frac{1}{r_k}\left(\frac{1}{2}\left(\frac{d\omega_k}{dr}\right)^2 + \frac{d\omega_{нч_k}}{dr}\frac{d\omega_k}{dr}\right)\left(r - \frac{r_k^2}{r}\right)H(r - r_k) - \right.$$
$$\left. - \frac{1}{r_{k+1}}\left(\frac{1}{2}\left(\frac{d\omega_{k+1}}{dr}\right)^2 + \frac{d\omega_{нч_{k+1}}}{dr}\frac{d\omega_{k+1}}{dr}\right)\left(r - \frac{r_{k+1}^2}{r}\right)H(r - r_{k+1})\right),$$

где $H(r - r_k)$ – функция Хевисайда.

Рассмотрим пластину с отверстием с внутренним радиусом b. Внешний радиус обозначим через c. Отметим, что система уравнений (1) записана для пластины постоянной толщины h. Вследствие того, что на b не накладывается ограничение о малости, произвольную постоянную C_2 примем, равной нулю. Пусть граничные условия будут

$$\left.\frac{1}{r}\frac{d\Phi}{dr}\right|_{r=b} = \sigma_o = const, \tag{3}$$

$$\theta\big|_{r=c} = \left(-\frac{d\omega}{dr}\right)_{r=c} = 0, \tag{4}$$

$$\omega\big|_{r=c} = 0. \tag{5}$$

Тогда в силу условий (3) решение задачи (2) – (3) будет

$$\frac{d\Phi}{dr}=\frac{\sigma_o}{b}-\frac{E}{4}\sum_{k=1}^{n}(r_k+r_{k+1})\left(\frac{1}{r_k}\left(\frac{1}{2}\left(\frac{d\omega_k}{dr}\right)^2+\frac{d\omega_{нч_k}}{dr}\frac{d\omega_k}{dr}\right)\left(r-\frac{r_k^2}{r}\right)H(r-r_k)-\right.$$
$$\left.-\frac{1}{r_{k+1}}\left(\frac{1}{2}\left(\frac{d\omega_{k+1}}{dr}\right)^2+\frac{d\omega_{нч_{k+1}}}{dr}\frac{d\omega_{k+1}}{dr}\right)\left(r-\frac{r_{k+1}^2}{r}\right)H(r-r_{k+1})\right). \tag{6}$$

Подставим полученное выражение в первое уравнение системы (1) и выполним далее дискретизацию множителя $\frac{d\omega}{dr}$ в правой части этого уравнения. Тогда первое уравнение системы (1) примет вид

$$\frac{d^3\omega}{dr^3}+\frac{1}{r}\frac{d^2\omega}{dr^2}-\frac{1}{r^2}\frac{d\omega}{dr}=\frac{\psi}{D}+\frac{h\sigma_o}{Db}\cdot\frac{d\omega_{нч}}{dr}\cdot\frac{1}{r}-\frac{Eh}{4Dr}\cdot\sum_{k=1}^{n}(r_k+r_{k+1})\times$$
$$\times\left(\frac{1}{r_k}\left(\frac{1}{2}\left(\frac{d\omega_k}{dr}\right)^2+\frac{d\omega_{нч_k}}{dr}\frac{d\omega_k}{dr}\right)\left(r-\frac{r_k^2}{r}\right)H(r-r_k)-\left(\frac{1}{r_{k+1}}\left(\frac{1}{2}\left(\frac{d\omega_{k+1}}{dr}\right)^2+\right.\right.\right.$$
$$\left.\left.\left.+\frac{d\omega_{нч_{k+1}}}{dr}\frac{d\omega_{k+1}}{dr}\right)\left(r-\frac{r_{k+1}^2}{r}\right)H(r-r_{k+1})\right)\frac{d\omega_{нч}}{dr}+\frac{h\sigma_o}{2Db}\sum_{k=1}^{n}(r_k+r_{k+1})\times \tag{7}$$
$$\times\left(\frac{1}{r_k}\frac{d\omega_k}{dr}\delta(r-r_k)-\frac{1}{r_{k+1}}\frac{d\omega_{k+1}}{dr}\delta(r-r_{k+1})\right)-\frac{Eh}{8D}\cdot\sum_{k=2}^{n}(r_{k+1}-r_{k-1})\times$$
$$\times\left\{\sum_{i=1}^{k-1}(r_i+r_{i+1})\left(\frac{1}{r_i}\left(\frac{1}{2}\left(\frac{d\omega_i}{dr}\right)^2+\frac{d\omega_{нч_i}}{dr}\frac{d\omega_i}{dr}\right)\left(r-\frac{r_i^2}{r}\right)-\right.\right.$$
$$\left.\left.-\frac{1}{r_{i+1}}\left(\frac{1}{2}\left(\frac{d\omega_{i+1}}{dr}\right)^2+\frac{d\omega_{нч_{i+1}}}{dr}\frac{d\omega_{i+1}}{dr}\right)\left(r-\frac{r_{i+1}^2}{r}\right)\right)\right\}\frac{d\omega_k}{dr}\delta(r-r_k)$$

После соответствующих преобразований с учетом свойств обобщенных функций и условий (4) получим

$$\frac{d\omega}{dr}=F(r)+\frac{Eh}{8D}\sum_{k=1}^{n}(r_k+r_{k+1})\left(\left(\frac{1}{2}\left(\frac{d\omega_k}{dr}\right)^2+\frac{d\omega_{нч_k}}{dr}\frac{d\omega_k}{dr}\right)\left(\frac{1}{r}B(r,r_k)-\right.\right.$$
$$\left.-rA(r,r_k)-\frac{r}{c^2}B(c,r_k)+rA(c,r_k)\right)-\left(\frac{1}{2}\left(\frac{d\omega_{k+1}}{dr}\right)^2+\frac{d\omega_{нч_{k+1}}}{dr}\frac{d\omega_{k+1}}{dr}\right)\left(\frac{1}{r}B(r,r_{k+1})-\right.$$
$$\left.\left.-rA(r,r_{k+1})-\frac{r}{c^2}B(c,r_{k+1})+rA(c,r_{k+1})\right)\right)+\frac{h\sigma_o}{4Db}\sum_{k=1}^{n}(r_k+r_{k+1})\left[\left(\left(\frac{r}{r_k}-\frac{r_k}{r}\right)H(r-r_k)-\right.\right.$$

$$-\frac{r}{r_k}+\frac{r_k r}{c^2}\Bigg)\frac{d\omega_k}{dr}-\left(\left(\frac{r}{r_{k+1}}-\frac{r_{k+1}}{r}\right)H(r-r_{k+1})-\frac{r}{r_{k+1}}+\frac{r_{k+1}r}{c^2}\right)\frac{d\omega_{k+1}}{dr}\Bigg]+$$

$$+\frac{Eh}{16D}\sum_{k=2}^{n}(r_{k+1}-r_{k-1})\left\{\sum_{i=1}^{k-1}(r_i+r_{i+1})\left(\left(\frac{1}{2}\left(\frac{d\omega_i}{dr}\right)^2+\frac{d\omega_{нч_i}}{dr}\frac{d\omega_i}{dr}\right)\times\right.\right. \tag{8}$$

$$\times\left[\left(\frac{r_k^2}{r_i r}-\frac{r_i}{r}-\frac{r}{r_i}+\frac{r_i r}{r_k^2}\right)H(r-r_k)-\left(\frac{r_k^2}{r_i c^2}-\frac{r_i}{c^2}-\frac{1}{r_i}+\frac{r_i}{r_k^2}\right)r\right]-$$

$$-\left(\frac{1}{2}\left(\frac{d\omega_{i+1}}{dr}\right)^2+\frac{d\omega_{нч_{i+1}}}{dr}\frac{d\omega_{i+1}}{dr}\right)\left[\left(\frac{r_k^2}{r_{i+1}r}-\frac{r_{i+1}}{r}-\frac{r}{r_{i+1}}+\frac{r_{i+1}r}{r_k^2}\right)H(r-r_k)-\right.$$

$$\left.\left.\left.-\left(\frac{r_k^2}{r_{i+1}c^2}-\frac{r_{i+1}}{c^2}-\frac{1}{r_{i+1}}+\frac{r_{i+1}}{r_k^2}\right)r\right]\right)\right\}\frac{d\omega_k}{dr},$$

где

$$F(r)=\frac{r}{2D}\int\psi dr-\frac{1}{2Dr}\int r^2\psi dr+\frac{h\sigma_o r}{2Db}\int\frac{1}{r}\frac{d\omega_{нч}}{\mathrm{dr}}dr-\frac{h\sigma_o}{2Dbr}\int\frac{d\omega_{нч}}{\mathrm{dr}}r\,dr-$$

$$-r\left[\frac{1}{2D}\int\psi dr+\frac{1}{2Dc^2}\int r^2\psi dr-\frac{h\sigma_o}{2Db}\int\frac{1}{r}\frac{d\omega_{нч}}{\mathrm{dr}}dr+\frac{h\sigma_o}{2Dbc^2}\int\frac{d\omega_{нч}}{\mathrm{dr}}r\,dr\right]_{r=c},$$

$$B(r,r_k)=\int\left(\frac{r^2}{r_k}-r_k\right)\frac{d\omega_{нч}}{\mathrm{dr}}H(r-r_k)dr,$$

$$A(r,r_k)=\int\left(\frac{1}{r_k}-\frac{r_k}{r^2}\right)\frac{d\omega_{нч}}{\mathrm{dr}}H(r-r_k)dr.$$

При этом углы поворота в точках $r_k, k=\overline{1,n}$ определяются из системы рекуррентных уравнений второго порядка:

$$k=1$$

$$\frac{Eh}{16D}(r_1+r_2)\left(\frac{1}{r_1}B(r_1,r_1)-r_1A(r_1,r_1)-\frac{r_1}{c^2}B(c,r_1)+r_1A(c,r_1)\right)\left(\frac{d\omega_1}{dr}\right)^2+$$

$$\left\{\frac{Eh}{8D}(r_1+r_2)\frac{d\omega_1}{dr}\left(\frac{1}{r_1}B(r_1,r_1)-r_1A(r_1,r_1)-\frac{r_1}{c^2}B(c,r_1)+r_1A(c,r_1)\right)+\right.$$

$$\left.+\frac{h\sigma_o}{4Db}(r_1+r_2)\left(\frac{r_1^2}{c^2}-1\right)-1\right\}\frac{d\omega_1}{dr}+F(r_1)=0$$

$$k=\overline{2,n}$$

$$\frac{Eh}{16D}\left(r_{k+1}-r_{k-1}\right)\left(\frac{1}{r_k}B(r_k,r_k)-r_kA(r_k,r_k)-\frac{r_k}{c^2}B(c,r_k)+r_kA(c,r_k)\right)\left(\frac{d\omega_k}{dr}\right)^2+$$

$$+\left\{\frac{Eh}{8D}\left(r_{k+1}-r_{k-1}\right)\frac{d\omega_{\text{нч}_k}}{dr}\left(\frac{1}{r_k}B(r_k,r_k)-r_kA(r_k,r_k)-\frac{r_k}{c^2}B(c,r_k)+r_kA(c,r_k)\right)+\right.$$

$$+\frac{h\sigma_o}{4Dr_a}\left(r_{k+1}-r_{k-1}\right)\left(\frac{r_k^3}{c^2}-1\right)+\frac{Eh}{16D}\left(r_{k+1}-r_{k-1}\right)\left\{\left(r_1+r_2\right)\left(\left(\frac{1}{2}\left(\frac{d\omega_1}{dr}\right)^2+\frac{d\omega_{нч_1}}{dr}\frac{d\omega_1}{dr}\right)\times\right.\right.$$

$$\times\left[\left(\frac{r_k^2}{r_1c^2}-\frac{r_1}{c^2}-\frac{1}{r_1}+\frac{r_1}{r_k^2}\right)r_k+\sum_{i=2}^{k-1}\left(r_{i+1}-r_{i-1}\right)\left(\frac{1}{2}\left(\frac{d\omega_i}{dr}\right)^2+\frac{d\omega_{нч_i}}{dr}\frac{d\omega_i}{dr}\right)\left(\frac{r_k^2}{r_ic^2}-\frac{r_i}{c^2}-\right.\right.$$

$$\left.\left.\left.-\frac{1}{r_i}+\frac{r_i}{r_k^2}\right)r_k\right\}-1\right\}\frac{d\omega_k}{dr}+\frac{Eh}{8D}\left\{\left(r_1+r_2\right)\left(\left(\frac{1}{2}\left(\frac{d\omega_1}{dr}\right)^2+\frac{d\omega_{нч_1}}{dr}\frac{d\omega_1}{dr}\right)\left(\frac{1}{r_k}B(r_k,r_1)-\right.\right.\right.$$

$$\left.-r_kA(r_k,r_1)-\frac{r_k}{c^2}B(c,r_1)+r_kA(c,r_1)\right)+\sum_{i=2}^{k}\left(r_{i+1}-r_{i-1}\right)\left(\frac{1}{2}\left(\frac{d\omega_i}{dr}\right)^2+\frac{d\omega_{нч_i}}{dr}\frac{d\omega_i}{dr}\right)\times$$

$$\left.\left.\times\left(\frac{1}{r_k}B(r_k,r_i)-r_kA(r_k,r_i)-\frac{r_k}{c^2}B(c,r_i)+r_kA(c,r_i)\right)\right\}+\frac{h\sigma_o}{4Db}\left(r_1+r_2\right)\left(\frac{r_kr_1}{c^2}-\frac{r_1}{r_k}\right)\frac{d\omega_1}{dr}+$$

$$+\frac{h\sigma_o}{4Db}\sum_{i=2}^{k-1}\left(r_{i+1}-r_{i-1}\right)\left(\frac{r_kr_i}{c^2}-\frac{r_i}{r_k}\right)\frac{d\omega_i}{dr}+\frac{Eh}{16D}\sum_{j=2}^{k-1}\left(r_{j+1}-r_{j-1}\right)\left\{\left(r_1+r_2\right)\left(\left(\frac{1}{2}\left(\frac{d\omega_1}{dr}\right)^2+\right.\right.\right.$$

$$\left.+\frac{d\omega_{нч_1}}{dr}\frac{d\omega_1}{dr}\right)\left\{\frac{r_j^2}{r_1r_k}-\frac{r_1}{r_k}-\frac{r_k}{r_1}+\frac{r_kr_1}{r_j^2}-\left(\frac{r_j^2}{r_ic^2}-\frac{r_1}{c^2}-\frac{1}{r_1}+\frac{r_1}{r_j^2}\right)r_k\right\}+\sum_{i=2}^{j-1}\left(r_{j+1}-r_{j-1}\right)\times$$

$$\left.\left.\times\left(\frac{1}{2}\left(\frac{d\omega_i}{dr}\right)^2+\frac{d\omega_{нч_i}}{dr}\frac{d\omega_i}{dr}\right)\left\{\frac{r_j^2}{r_ir_k}-\frac{r_i}{r_k}-\frac{r_k}{r_i}+\frac{r_kr_i}{r_j^2}-\left(\frac{r_j^2}{r_ic^2}-\frac{r_i}{c^2}-\frac{1}{r_i}+\frac{r_i}{r_j^2}\right)r_k\right\}\right\}+F(r_k)=0.$$

Интегрируя (8) и учитывая условие (5) решение первого дифференциального уравнения системы (1) получим в виде

$$\omega=\int\left(F(r)+\frac{Eh}{8D}\sum_{k=1}^{n}\left(r_k+r_{k+1}\right)\left(\left(\frac{1}{2}\left(\frac{d\omega_k}{dr}\right)^2+\frac{d\omega_{нч_k}}{dr}\frac{d\omega_k}{dr}\right)\left(\frac{1}{r}B(r,r_k)-rA(r,r_k)-\right.\right.\right.$$

$$\left.-\frac{r}{c^2}B(c,r_k)+rA(c,r_k)\right)-\left(\frac{1}{2}\left(\frac{d\omega_{k+1}}{dr}\right)^2+\frac{d\omega_{нч_{k+1}}}{dr}\frac{d\omega_{k+1}}{dr}\right)\left(\frac{1}{r}B(r,r_{k+1})-rA(r,r_{k+1})-\right.$$

$$\left.\left.\left.\frac{r}{c^2}B(c,r_{k+1})+rA(c,r_{k+1})\right)\right)\right)dr-\left[\int\left(F(r)+\frac{Eh}{8D}\sum_{k=1}^{n}\left(r_k+r_{k+1}\right)\left(\left(\frac{1}{2}\left(\frac{d\omega_k}{dr}\right)^2+\right.\right.\right.\right.$$

$$+\frac{d\omega_{нч_k}}{dr}\frac{d\omega_k}{dr}\Bigg)\left(\frac{1}{r}B(r,r_k)-rA(r,r_k)-\frac{r}{c^2}B(c,r_k)+rA(c,r_k)\right)-\Bigg(\frac{1}{2}\left(\frac{d\omega_{k+1}}{dr}\right)^2+$$

$$+\frac{d\omega_{нч_{k+1}}}{dr}\frac{d\omega_{k+1}}{dr}\Bigg)\left(\frac{1}{r}B(r,r_{k+1})-rA(r,r_{k+1})-\frac{r}{c^2}B(c,r_{k+1})+rA(c,r_{k+1})\right)\Bigg)\Bigg)dr\Bigg]_{r=c}+$$

$$+\frac{h\sigma_o}{4Db}\sum_{k=1}^{n}(r_k+r_{k+1})\Bigg[\left(\left(\frac{r^2}{2r_k}-r_k\,ln\frac{r}{r_k}-\frac{1}{2}\right)H(r-r_k)-\frac{r^2}{2r_k}+\frac{r_k r^2}{2c^2}+r_k\,ln\frac{c}{r_k}+\frac{1}{2}-\frac{r_k}{2}\right)\times$$

$$\times\frac{d\omega_k}{dr}-\left(\left(\frac{r^2}{2r_{k+1}}-r_{k+1}\,ln\frac{r}{r_{k+1}}-\frac{1}{2}\right)H(r-r_{k+1})-\frac{r^2}{2r_{k+1}}+\frac{r_{k+1}r^2}{2c^2}+r_{k+1}\,ln\frac{c}{r_{k+1}}+\frac{1}{2}-\frac{r_{k+1}}{2}\right)\times$$

$$\frac{d\omega_{k+1}}{dr}\Bigg]+\frac{Eh}{16D}\sum_{k=2}^{n}(r_{k+1}-r_{k-1})\Bigg\{\sum_{i=1}^{k-1}(r_i+r_{i+1})\Bigg(\left(\frac{1}{2}\left(\frac{d\omega_i}{dr}\right)^2+\frac{d\omega_{нч_i}}{dr}\frac{d\omega_i}{dr}\right)\times$$

$$\times\Bigg[\left(\left(\frac{r_k^2}{r_i}-r_i\right)\ln\frac{r}{r_k}-\frac{r^2}{2r_i}+\frac{r_i r^2}{2r_k^2}+\frac{r_k}{r_i}-\frac{r_i}{r_k}\right)H(r-r_k)-\left(\frac{r_k^2}{r_i c^2}-\frac{r_i}{c^2}-\frac{1}{r_i}+\frac{r_i}{r_k^2}\right)\frac{r^2}{2}-$$

$$-\left(\frac{r_k^2}{r_i}-r_i\right)\ln\frac{c}{r_k}-\left(\frac{r_k}{r_i}-\frac{r_i}{r_k}\right)\left(1-\frac{r_k}{2}\right)\Bigg]-\Bigg(\left(\frac{1}{2}\left(\frac{d\omega_{i+1}}{dr}\right)^2+\frac{d\omega_{нч_{i+1}}}{dr}\frac{d\omega_{i+1}}{dr}\right)\times$$

$$\times\Bigg[\left(\left(\frac{r_k^2}{r_{i+1}}-r_{i+1}\right)\ln\frac{r}{r_k}-\frac{r^2}{2r_{i+1}}+\frac{r_{i+1}r^2}{2r_k^2}+\frac{r_k}{r_{i+1}}-\frac{r_{i+1}}{r_k}\right)H(r-r_k)-\left(\frac{r_k^2}{r_{i+1}c^2}-\frac{r_{i+1}}{c^2}-$$

$$-\frac{1}{r_{i+1}}+\frac{r_{i+1}}{r_k^2}\right)\frac{r^2}{2}-\left(\frac{r_k^2}{r_{i+1}}-r_{i+1}\right)\ln\frac{c}{r_k}-\left(\frac{r_k}{r_{i+1}}-\frac{r_{i+1}}{r_k}\right)\left(1-\frac{r_k}{2}\right)\Bigg]\Bigg\}\frac{d\omega_k}{dr}.$$

Существующие приближенные методы нахождения решений нелинейных дифференциальных уравнений, хотя и является весьма полезным, однако при общей постановке задачи не может гарантировать даже слабую сходимость решения к точному. В этой связи применение метода частичной дискретизации к рассматриваемой системе нелинейных уравнений оказывается весьма целесообразным.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Вольмир А.С. Гибкие пластинки и оболочки. М. Гостехиздат. 1956. -419 с.

[2] Тюреходжаев А.Н., Маматова Г.У., Калжанова Г.К. Упругий изгиб неоднородных и нелинейных пластин и оболочек // Монография. Алматы. 2014. -263 с.

[3] Тюреходжаев А.Н., Маматова Г.У., Рыстыгулова В.Б. Сложный изгиб упругой неоднородной пластины в неравномерном температурном поле // Вестник Карагандинского университета. -2014. - №2(74). - С.135-140.

Маматова Г.Ө., Бексеитова Г.К., Бүркітбаева Р.А., Бекаулова Ж.М.

Бастапқы қисықтығы ескерілген дөңгелек пластинаның өстік симметриялы иілуі туралы есеп.

Түйіндеме. Бұл мақалада бастапқы қисықтығы ескерілген дөңгелек пластинаның иілуі туралы есеп қарастырылған. Бастапқы қисықтығы бар дөңгелек пластина конструктивтік элемент ретінде кеңінен қолданылады, оны есептеуге дөңгелек іргетас плиталарды, турбиналық дискілерді, біліктердің икемді қосылыстарын жобалаумен байланысты көптеген сұрақтар әкеледі.

Дөңгелек иілгіш пластиналардың сызықты емес теориясы конструкцияның толық бұзылуына жиі әкелетін тұрақтылықты жоғалту процесін түсіндіруге кілт береді. Сондықтан бастапқы қисықтықты ескере отырып, дөңгелек иілгіш пластиналардың кернеулі-деформацияланған күйін есептеу туралы есептерді шешудің аналитикалық әдістеріне қажеттілік жоғары. Көрсетілген есептер математикалық түрде коэффициенттері айнымалы дифференциалдық теңдеулермен сипатталады, олардың нақты шешімі, әдетте, жоқ. Сондықтан аталған міндеттердің аналитикалық шешімдерін құру өте өзекті болып табылады.

Түйін сөздер: Пластинаның иілуі, кернеулі-деформацияланған күй, сызықты емес дифференциалдық теңдеулер, ішінара дискретизация әдісі, жалпыланған функциялар класы.

УДК:004.934.1’1

[1]B.P.Ramankulova, [2]L.B. Ilipbayeva
([1]Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
[2] International University of Information Technology Almaty, Kazakhstan
E-mail: r.botakoz@inbox.ru)

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE MAIN INDICATORS OF THE SPEECH SIGNAL

Abstract. The research area of the article is the acoustic analysis of the speech signal. In particular, obtaining the formants of each phonemes that make up the speech signal. The data obtained from the computer program allows to make an acoustic analysis of such Kazakh words, where vowels and consonants are pronounced. In the same program, work is being done to obtain the spectrum, tone, signal intensity, formant and pulse in graphical form and values. The article deals with the algorithm of automatic detection of frequency formants for individual components of the speech signal according to the script included in the script.

Key words: phoneme, transcription, PRAAT, frequency, formant.

[1]Б.П. Раманкулова, [2]Л.Б. Илипбаева
([1]Сәтбаев Университеті, Алматы, Қазақстан
[2] Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы, Қазақстан
E-mail: r.botakoz@inbox.ru)

СӨЙЛЕУ СИГНАЛЫНЫҢ НЕГІЗГІ КӨРСЕТКІШТЕРІ БОЙЫНША САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ

Аңдатпа. Мақаланың зерттеу аймағы – сөйлеу сигналдарының акустикалық талдауын жүргізу. Оның ішінде сөйлеуді құрайтын әрбір құраушы дыбыстардың форманттарын алу болып табылады. Компьютерлік бағдарламадан алынған мәліметтер дауысты және дауыссыз дыбыстары айқын көрінетіндей қазақ сөздеріне акустикалық талдау жасауға мүмкіндік береді. Сол бағдарламада сигналдың спектрі, тоны, қарқындылығы, формант және импульсін графикалық бейнеде және мәндерін алу жұмысы жүргізіледі. Мақалада сөйлеу сигналының жекелеген құраушылары үшін жиілік форманттарын скриптке енгізілген сценарий бойынша автоматты табу алгоритмі қарастырылады.

Түйінді сөздер: фонема, транскрипция, PRAAT, жиілік, формант.

Кіріспе

Негізінен фонетикада жиі қолданылатын акустикалық талдауы қазіргі таңда лингвистикада да қажетті салалардың біріне айналды. Осыған орай бірнеше мысал келтіруге болады: фонологтар кейде теориялық дәлелдерді негіздеу үшін акустикалық деректерге жүгінеді, социолингвистер дауыстардың акустикалық қасиеттері тұрғысынан жылжуын және бірігуін сипаттауға бейім, ал психолингвистер эксперименттер үшін ынталандыруларды құру үшін акустикалық талдау әдістерін жиі қолданады. Сондықтан да акустикалық талдау жұмыстары жеке шешімдерде де практикалық қолдану арқылы өзекті болып табылады.

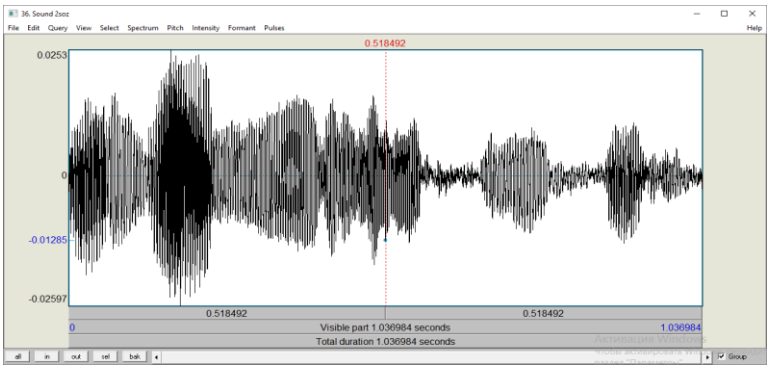
Акустикалық сигналдарды талдау негізінен жалпы бағдарламалық қамтамасыз ету арқылы орындалады. Бұл тарауда әртүрлі дыбыстарды манипуляциялау үшін жалпы құралдар жиынтығы біріктірілген компьютерлік бағдарламасы, мүмкіндіктері көп PRAAT (Boersma & Weenink 1992-2013) іске асырылды.

Толық сипаттамалары бар сигнал көрінісін алу

PRAAT – бұл сөйлеудің талдауы, синтезі және басқа да манипуляциялауды орындайтын және графикалық көрінісін беретін компьютерлік бағдарлама. PRAAT бағдарламасының жеке дыбыстардың акустикалық талдауында, осы дыбыстардың аннотациясы мен дыбыстық файлдардың сипаттамасын алуда үлесі зор. Бұл бағдарлама сөйлеуді талдаудың компьютерлік жүйесі болып табылады және дыбыстық материалды фонетикалық және фонологиялық талдау үшін қолданылады.

Бағдарлама дыбыс сигналын спектрограммада, толқын формасының графикалық бейнесінде, тонның жиілігінің өзгеру диаграммалары, қарқындылық диаграммалары, ұзақтық және формантты құрамдауыш түрінде көрсете отырып визуализациялайды. Корпустық акустикалық талдаулар белгілі-бір сценарий көмегімен статистикалық талдау жүргізілетін дайын кестелерге әкеледі.

Зерттеу нысаны ретінде А.Құнанбаевтың өлең үзіндісі «Адамның кейбір...» сөздері алынды. Praat бағдарламасында Record mono sound командасымен осы сөздер жазылады. Жазылған дыбысты сақтай отырып View & Edit батырмасын басамыз. Келесідей сурет алынады.



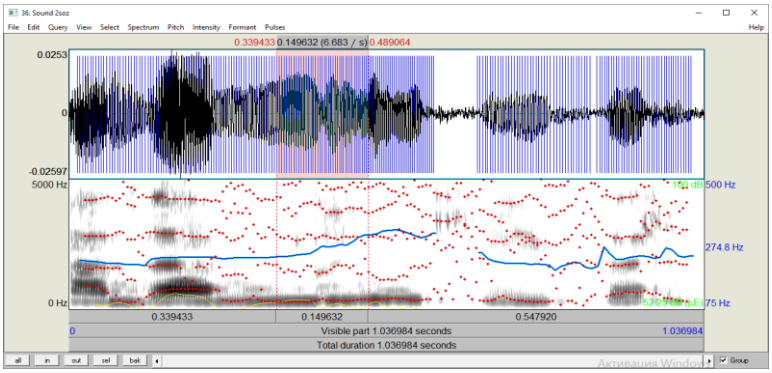
1-сурет. Бастапқы сигнал

Одан ары Spectrum, Pitch, Intensity, Formant, Pulses командаларында View, яғни көру батырмасын баса отырып, сөйлеу сигналының сипаттамаларын көруге болады.

Дыбыстардың микроанализінің акустикалық белгілерін есептеу [А], [О], [Е], [И] сияқты ең ақпараттық дыбыстарда (даралықтың көрінісі тұрғысынан) жүргізіледі. Акустикалық талдау үшін осы дыбыстарды таңдауда олардың ауызша қазақ тілінде жиі кездесетін жағдайы да маңызды рөл атқарады.

Зерттеу барысында, контекст бойынша салыстырылатын дыбыстардың негізгі даралаушы сөйлеуші параметрлері болып келесілер анықталды:

- дауыстылардың негізгі тонның (F0) жиілігінің мәні;
- дауысты дыбыстардың төрт формантты жиіліктердің (F1, F2, F3, F4) мәні;
- дауысты дыбыстың ұзақтық шамасы (T_{∂});
- дауыстыны қоршайтын дауыссыз дыбыстардың ($T_{\partial з}$) ұзақтық шамалары.



2-сурет. Толық сипаттамалары бар сигнал көрінісі

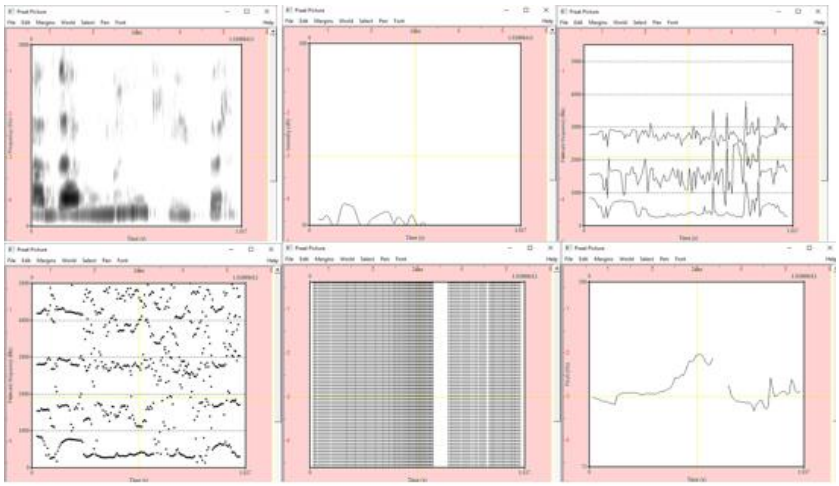
Сигнал көрінісін талдау және сипаттамалардың графикалық көріністері мен мәндерін алу

Бұл мысалда дыбыс толқынының пішінін жоғарыда көріп отырмыз (уақыт мезеті бойынша солдан оңға) және оның астында спектрлік, негізгі тон жиілігін, қарқындылық, формант, импульстік

талдауын байқауға болады. Сонымен қатар толқынның үсті мен талдаулардың астында уақыты жазылған төртбұрыштар бар. Ол төртбұрыштар дыбыстың қай бөлігі белгіленгенін және қалған бөліктерді көрсетеді. Мұнда 0,149632 секунд уақыт мезеті белгіленген және осы бөлікті тыңдау үшін жоғарыдағы сәйкес уақыт мезетті басамыз немесе пернетақтадан Tab батырмасын басамыз.

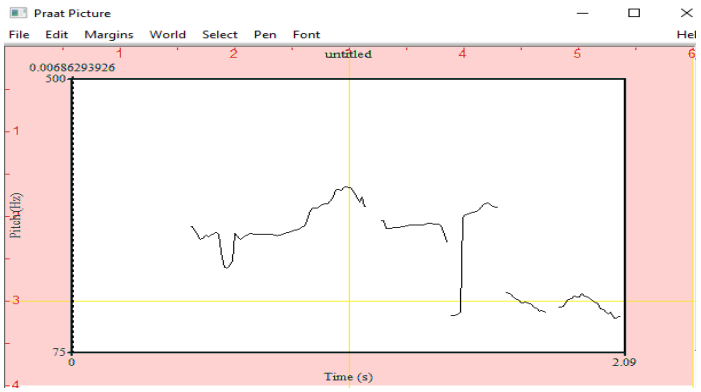
Толқын формасының астындағы сұр реңктердегі сурет әр уақытта толқын формасының жиіліктік мазмұнын білдіретін спектрограмма болып табылады. Көру ауқымы 0-ден 5000 Гц-ке дейін орнатылған. Спектрограммаға салынған көк қисық уақыттың әр сәтінде толқын нысанында кезеңділікті білдіретін негізгі тон жиілігінің қисығы болып табылады. Көру ауқымы 75-тен 500 Гц дейін орнатылған, бұл сөйлеу үшін стандартты диапазон.

Дыбыс терезесінде көрінетін басқа талдаулар автоматты түрде форманттар, қарқындылық қисығы және дауыс импульстері өлшенеді. Осы сипаттамалардың жекелеген графикалық көрінісін әр командадағы Draw, яғни сызу батырмасын басу арқылы аламыз.



3-сурет. Сипаттамалардың графикалық көрінісі

Эмоцияларды тану саласында дауыс-эмоциялық деректердің екінші көзі. Дауысты бірнеше параметр бойынша сипаттауға болады. Дауыстың биіктігі-осындай негізгі сипаттамалардың бірі, алайда акустикалық технологиялар саласында бұл параметрді негізгі тонның жиілігімен атау дұрыс. Негізгі тонның жиілігі интонациямен тікелей қатысы бар. Ал интонация, мысалы, дауыстың эмоциялық-экспрессивті сипаттамаларымен байланысты. Негізгі тонның жиілігі сөйлеушінің дауыстық байламдарының жеке анатомиялық сипаттамаларымен, атап айтқанда, байлам ұзындығымен, олардың қалыңдығы мен икемділігімен байланысты. Дауысты дыбыстардағы негізгі тонның жиілігінің вариативтілік шамасын анықтау үшін F0 мәні тиісті дауыстың басында, оның ортасында және соңында есептеледі.



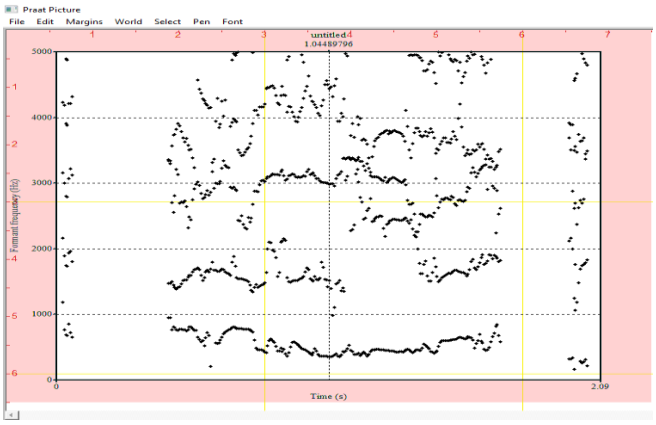
4-сурет. Негізгі тонның жиілігі

Форманттар сөйлеу сигналының қуат спектрінің айқын максимумдары деп аталады. Олар резонаторлық қуыстар арқылы өткен кезде дыбыс толқынының кейбір гармониктері күшейіп, басқалары әлсірейді.

Формантты сипаттамалар сөйлеушінің сөйлеуші органдарының жеке параметрлерін көрсетеді (атап айтқанда, олар ауыздың, тілдің, тістердің формасымен және өлшемдерімен байланысты), және ауызша сөйлеуді түсіну үшін сөйлеу дыбыстарының параметрлерімен ең маңызды болып саналады.

Дыбыстың формантты құрылымы нақты тілде дыбысты айтуда белгілі бір индивидтің артикуляторлық дағдыларын көрсетеді және дыбыстың лингвистикалық табиғаты (тіл аясы) туралы ақпаратты қамтиды.

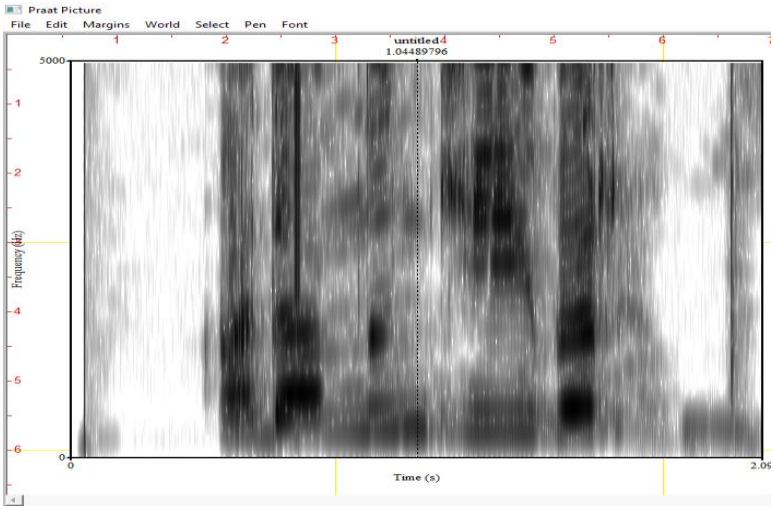
F1 - F4 формантты жиіліктері дауысты дыбыстар спектрлерінің бірінші төрт резонанстық жиіліктері болып табылады. Бұл жиіліктерде дауысты энергетикалық спектрдің басым бөлігі шоғырланады. Формант мәнін анықтау дауысты дыбыстың ортасында - оның квазистационарлық бөлігінде жүзеге асырылады. Дәлірек мәндерді алу және кедергі факторларының әсерін төмендету үшін дауыс байламдарын қоздыру импульстерімен синхронды жүргізу керек.



5-сурет. Формант қисығы

Көрсетілген дыбыстардың параметрлерін анықтау үшін сарапшы сөйлеу сигналдарын сегменттеуді жүргізеді және дисплей экранында бейнеленген сөйлеу толқынында, дауысты және олардың үнсіз дыбыстарын қоршаған ортаны белгілейді. Бұл процедура "тінтуір"манипуляторы арқылы қолмен жүргізіледі. Сегменттеудің дұрыстығын сөйлеушінің сөйлеудің бөлінген фрагменттерін тыңдау арқылы және спектрограммада, сондай-ақ дисплей экранында бейнеленген сөйлеу спектрін талдау арқылы бақылайды (6-сурет).

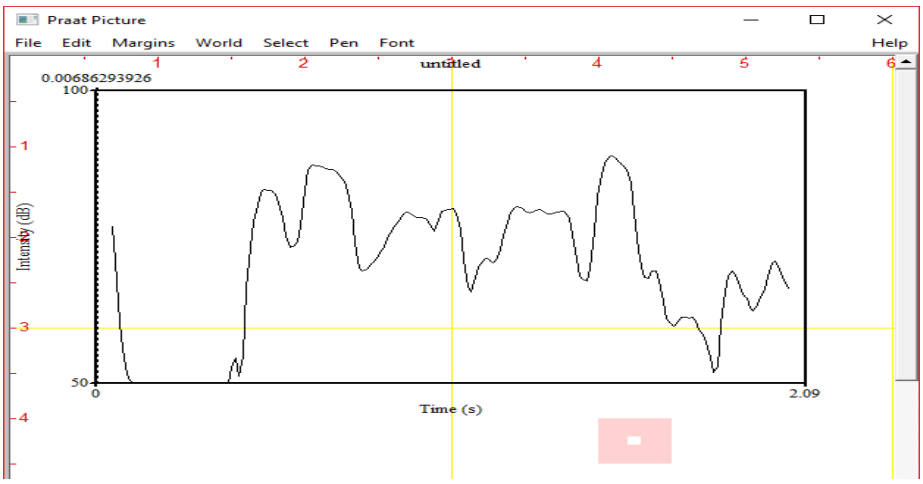
Спектрограмма (сонограмма) — бұл "уақыт-жиілік-қарқындылық" координаталарындағы сөйлеу сигналының бейнесі. Спектрограмма белгілі бір уақыт аралығында сөйлеу сигналының фрагментінің спектрлік құрамын көрсетеді. Графикте ордината осі бойынша маңызы бар спектрлік жиілік жинақталады, ал абсцисса осіне – уақыт жинақталады. Қарқындылық түстің жарықтық градациясымен сипатталады.



6-сурет. Спектограмма

Бағдарламалық сегменттеу нәтижелері бойынша дауысты $T_д$ және дауыссыз $T_{дз}$ ұзақтығын, негізгі тонның F0 жиілігінің мәндерін, F1 - F4 формантты жиіліктерді есептеу жүргізіледі. Параметрлердің мәндері белгіленеді, содан кейін олардың негізінде арнайы бағдарламалық модульдің көмегімен дыбыстардың микроанализінің белгілері есептеледі.

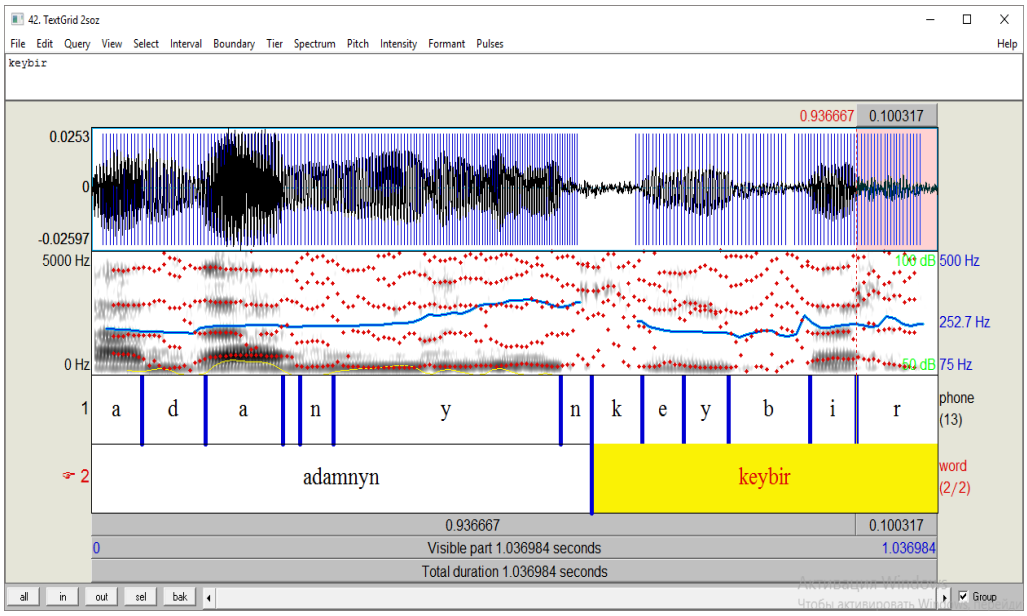
Сөйлеу бірліктерінің уақыт параметрлері оның жеке құраушыларының ауызша мәтініндегі ұзақтығы мен таралуын сипаттайды. Зерттеушілердің айтуынша, салыстырмалы көлемдерде көрсетілген тілдің ырғақты ұйымдастырылуына айтылу қарқынының өзгеруі әсер етпейді.



7-сурет. Қарқындылық бейнесі

Сөйлеу сигналын құраушы фонемдердің форманттарын алу

Бастапқыда дыбыс жазылған Praat objects терезесінде сақталған файлды баса отырып Annotate – To TextGrid командасын орындаймыз. Терезеде TextGrid файл пайда болады. Осы 2 нысанды белгілеп View & Edit басамыз. Ашылған терезеде Tier командасы арқылы фонемдік талдауларға жол ашылады. 2 сөзді, оның транскрипцияларын қолдан, мүмкіндігінше дәл сәйкестендіріп енгізу керек. Оны дыбыс визуализациясында қажетті аралықты белгілеп, пернетақтадан Tab батырмасын басу арқылы дыбысты ести отырып жасау қажет.



8-сурет. Сигнал және оны құраушы фонемдер

2 сөзден 13 дыбыс енгізілген соң, Praat Objects терезесінде Praat - New Praat Script командасы арқылы ашылған терезеде белгілі, алдын-ала жазылып дайындалған сценарийді енгіземіз. Ол сценарий бойынша сөйлеуді құраушы фонемдердің форманттарын аламыз. Нәтижесінде алдын-ала сақталған бос txt файлды ашқанда алынатын мәндер келесі суретте көрсетілген.

formanty — Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

```
file,time,word,phoneme,F1,F2,F3
2soz,0.03130160692362885,adamnyn,a,858.3290810048185,1559.8623521918814,2775.9854349856437
2soz,0.10110048567484069,adamnyn,d,259.55790831179655,1100.745223199009,2633.0375362688715
2soz,0.18705257825562208,adamnyn,a,765.2156241332723,1351.9355825547852,2843.6936517965405
2soz,0.24508605367053926,adamnyn,m,673.2521737723768,1633.3640789111819,2906.6925261902375
2soz,0.27605788207154214,adamnyn,n,294.51112042715874,1363.1768485743553,2716.7045794579235
2soz,0.43562254007360196,adamnyn,y,311.39032194431536,1655.3736482618065,2726.280327558427
2soz,0.593928057709229,adamnyn,n,496.227203503242,1391.6662636717679,2645.0838722705917
2soz,0.6438559260415132,keybir,k,807.9976866290856,1974.1588729951943,3190.61837382518
2soz,0.7002637265067011,keybir,e,367.0823018274059,664.7706078561633,2592.4136857007675
2soz,0.7532672796162012,keybir,y,274.2498534305119,2493.8572204639695,2752.116137467379
2soz,0.8303258129387418,keybir,b,577.4662105881871,1989.6032912699172,3108.4501689094163
2soz,0.9083309980363741,keybir,i,670.360659810325,1674.1800454414592,2695.795126454882
2soz,0.9868256821996688,keybir,r,393.85804511053453,1833.980990473357,3108.466192562225
```

9-сурет. Алынған нәтиже

Мұнда файл аты, әр фонема тіркелген уақыт, сөз, фонема және 1–ші, 2-ші, 3-ші формант жиіліктері рет-ретімен және мәндерімен келтірілген. Дыбыстың акустикалық суретінде (спектрінде) резонатор жиіліктерімен сәйкес келетін жиіліктік аймақтар неғұрлым күшейтілген болып табылады. Бұл жиіліктік аймақтар форманттар деп аталады. Форманттар F әрпімен белгіленеді; олардың нөмірленуі нөлдік форманттан басталады – негізгі тонның жиілігі (F0), одан әрі бірінші (F1), екінші (F2), үшінші (F3) және төртінші (F4) форманттар жүреді. Дауысты дыбыстардың негізгі сипаттамаларына бастапқы 2 формант маңыздырақ болып келеді.

Дауысты дыбыстар форманттарының шығыс қуыс, жұтқыншақ және ауыз резонатор ұзындығына тәуелділігі. Дауыстың бірінші формантының мәні шығыс (ауыз) қуыстың мөлшеріне тікелей пропорционалды (қуыс кең болса, 1-ші формант та жоғары) және жұтқыншақ қуысының көлеміне кері пропорционалды (жұтқыншақ қуысы үлкен болса, соғұрлым F1 төмен).

Артикуляциялық тұрғыдан бұл екі параметр де дауысты артикуляциялау кезінде тілдің көтерілуімен анықталады. Екінші форманттың мәні ауыз резонаторының ұзындығына кері пропорционалды. Осыған орай алынған сөздердегі дауысты дыбыстарды айта отырып және форманттарына қарай отырып келесідей кесте құрамыз.

1-кесте. **Дауысты дыбыстар форманттарының шығыс қуыс, жұтқыншақ және ауыз резонатор ұзындығына тәуелділігі**

	[а]	[ы]	[е]	[і]
Шығыс қуыстың мәні	үлкен	аз	аз	орташа
Жұтқыншақ қуысының көлемі	аз	үлкен	үлкен	орташа
F1	жоғары	төмен	төмен	орташа
Ауыз резонаторының ұзындығы	орташа	аз	үлкен	орташа
F2	орташа	жоғары	аз	орташа

Нәтижесінде форманттардың әр адамда түрліше болатынын, алайда жалпы форманттық құрылымда [а] дыбысы үшін жоғары F1 мен орташа F2, [ы] дыбысы үшін төмен F1 мен жоғары F2, [е] дыбысы үшін төмен F1 мен аз мәнді F2, [і] дыбысы үшін орташа F1 мен орташа F2 сақталатыны белгілі болды.

Қорытынды. Сөйлеуді тану саласында көптеген зерттеулер болды, бірақ әлі күнге дейін сөйлеуді тану жүйесі жүз пайызға дәл емес. Әзірленген жүйелер әлі күнге дейін шектеулерге ие: ағымдағы жүйелерде сөздіктің шектеулі саны бар және біз осы сөздікті кеңейту бағытында жұмыс істеуіміз керек. Жүйелер бірнеше пайдаланушылардың сөзін сәйкестендіре алмайды, сөйлеушінің сөзін анық тану үшін шудан тыс болуы қажет, одан басқа акценті және айтылу мәселесі туындайды. Болашақта сөйлеуді тану жүйелері жүз пайыздық нәтиже беру үшін осы шектеулерді болдырмау тиіс.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Joey Stanley. A tutorial on extracting formants in Praat, How-to Guides, Phonetics. — State of Georgia U.S. — 2017.

[2] Paul Boersma Chapter 17:Acoustic analysis. — 2013, 1-21p.

[3] Dr.Shaila, D.Apte.Speech and Audio Processing. — Deli: —2012.—464p.

[4] В.Н. Позднин, М.Г.Хохлов. Расчет формант по участку речевого сигнала. Технические науки. — 2017, — №1-6с.

[5] С.В. Кодзасов, О.Ф. Кривнова Общая фонетика. — М.: — 2001.

[6] А.Ю. Коновалов. Программный комплекс для анализа и распознавания речевых сигналов с применением вейвлет-преобразования / А. Ю. Коновалов, С. А. Запрягаев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. — 2009. — № 1. — 199-107с.

[7] А.Лукин. Введение в цифровую обработку сигналов (математически еосновы). Лаборатория компьтерной графики и мультимедии, МГУ, 2007г. — 16-22с.

Раманкулова Б.П., Илипбаева Л.Б.

Сравнительный анализ по основным показателям речевого сигнала

Резюме. Область исследования статьи – проведение акустического анализа речевого сигнала. В том числе, получение формантов каждых фонем, составляющих речевого сигнала. Данные, полученные из компьютерной программы, позволяют сделать акустический анализ таких казахских слов, где гласные и согласные звуки ярко выражены. В этой же программе ведется работа по получению спектра, тона, интенсивности сигнала, форманта и импульса в графическом виде и значениях. В статье рассматривается алгоритм автоматического обнаружения формантов частот для отдельных составляющих речевого сигнала по сценарию, включенному в скрипт.

Ключевые слова: фонема, транскрипция, PRAAT, частота, формант.

УДК 625.1 (075.8)
81.93.29

B. A. Kazangapova, Zh. S. Ismagulova, Y. K. Socialov
(Kazakh Academy of Transport and Communication named after M. Tynyshpayev, Almaty, Kazakhstan, e-mail: kbayana@mail.ru, zhulduz66_66@mail.ru, esya_kz94@mail.ru)

CONSTRUCTION OF THE FUZZY NEURAL NETWORK MODEL FOR THE TRANSPORT AND LOGISTICS PROCESS

Abstract. In the modern world, the development of human civilization would have been simply impossible without modern freight transport, carrying out the transport of goods over virtually unlimited distances. Transportation is an important factor in the development of the country's economy and ensuring its foreign economic relations.

Numerous studies have proved that the less transport products measured in ton-kilometers will be carried out, the better for the national economy of our country. This is due to the fact that the reduction in transport work is accompanied by a decrease in transport costs and a decrease in the need for vehicles. Therefore, transportation of goods should be carried out as short as possible (optimal) distances for all sectors of the economy.

One of the optimization tasks is the transportation problem. It is solved when drawing up the most rational transportation of goods. In such cases, it is necessary to determine a transportation plan in which the cost of the latter would be minimal. This problem is a special case of the linear programming problem and can be solved by such methods as the potential method, the simplex method, the Hungarian method.

An expert assessment of the significance of various factors shows that when choosing a transport, first of all, the following are taken into account: reliability of adherence to the delivery schedule, delivery time, transportation cost.

In this regard, a method for modeling a weakly formalized process is proposed taking into account not only quantitative estimates, but also qualitative, vaguely defined, not formalizable criteria and the relationships between them. A model is developed for the subsequent study of this process, predicting its behavior, optimizing functioning. The method is based on fuzzy neural network technology. The method of process optimization using factor analysis is shown.

The model can be used to monitor and diagnose corporate decisions in dynamic mode, as it allows you to simulate real events and processes, predict and prevent critical situations.

Keywords: intelligent control information systems, information system, modeling, neural network technologies, fuzzy logic

Б. А. Казангапова, Ж. С. Исмагулова, Е. Қ. Социалов
(Казахская академия транспорта и коммуникации им. М.Тынышпаева, г. Алматы, Казахстан, e-mail: kbayana@mail.ru, zhulduz66_66@mail.ru, esya_kz94@mail.ru)

ПОСТРОЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Аннотация. В современном мире развитие человеческой цивилизации было бы просто невозможно без современного грузового транспорта, осуществляющего перевозку грузов на практически неограниченные расстояния. Перевозки являются важным фактором развития экономики страны и обеспечения ее внешне экономических связей.

Многочисленными исследованиям доказано, что чем меньше будет выполняться транспортной продукции, измеряемой в тонно-километрах, тем лучше для народного хозяйства нашей страны. Это связано с тем, что сокращение транспортной работы сопровождается снижением транспортных затрат и уменьшение потребности в транспортных средствах. Поэтому перевозки грузов должны осуществляться по возможности на короткие (оптимальные) расстояния для всех отраслей народного хозяйства.

Одной из задач оптимизации является транспортная задача. Её решают при составлении наиболее рациональных перевозок грузов. В таких случаях требуется определить план перевозок, при котором стоимость последних была бы минимальна. Эта задача является частным случаем задачи линейного программирования и может быть решена такими методами как метод потенциалов, симплекс метод венгерский метод.

Экспертная оценка значимости различных факторов показывает, что при выборе транспорта, в первую очередь, принимают во внимание следующие: надежность соблюдения графика доставки, время доставки, стоимость перевозки.

В связи с этим предложен метод моделирования слабо формализованного процесса с учетом не только количественных оценок, но и качественных, нечетко заданных, не поддающихся формализации критериев и связей между ними. Модель разрабатывается для последующего исследования этого процесса, прогнозирования его поведения, оптимизации функционирования. Метод базируется на технологии нечетких нейронных сетей. Показан метод оптимизации процесса с использованием факторного анализа.

Модель может быть использована для мониторинга и диагностики урпавленческих решений в динамическом режиме, так как позволяет моделировать реальные события и процессы, прогнозировать и предупреждать критические ситуации.

Ключевые слова: интеллектуальные информационные системы управления, информационная система, моделирование, нейросетевые технологии, нечеткая логика.

Транспортка грузов – одна из важных отраслей народого хозяйства страны. Это связана объективной необходимостью перемещения грузов от места производства к месту потребления. Полное и современное удовлетворение народного хозяйства и населения в перевозках, ускорение доставки грузов являются главными задачами грузового транспорта [1].

Развитие транспортных перевозок государство ставит на одно из самых приоритетных мест, так как её значимость на сегодняшний день огромна. В частности, от транспортных перевозок в основном зависит своевременная доставка товаров, грузов на различные предприятия.Если рассмотреть жизнедеятельность человека, то буквально каждый в какой-то период своей жизни был связан с задачей перевозки грузов.

При выборе вида транспорта, оптимального для конкретной перевозки, основываются на следующих факторах:

- время доставки;
- частота отправлений груза;
- надежность соблюдения графика доставки;
- способность перевозить разные грузы;
- способность доставки груза в любую точку территории;
- стоимость перевозки.

Построение логистической схемы движения товаров от производителя к потребителю требует организации последовательного использования транспортных средств, доставки согласно сопрягаемости их технических и качественных характеристик: грузоподъемность оборудования, грузоперевозимость транспортного средства и оборудования. При планировании перевозки необходимо соотносить удельную грузовестимость выбираемого транспортного средства с удельным погрузочным объемом груза.

Основой выбора вида транспорта служит информация об особенностях различных видов транспорта [2].

Автомобильный транспорт характеризуется рядом особенностей: высокая маневренность позволяет организовать перевозку с необходимой степенью срочности, обеспечивает регулярность поставки, по сравнению с другими видами транспорта предъявляются менее жесткие требования к упаковке груза. Скорость такой доставки, особенно при коротких расстояниях, выше, чем на ж/д и водном транспорте, а стоимость доставки может быть ниже. При перевозках на дальние расстояния преимущество автотранспорта теряется вследствие высокой себестоимости перевозок.

Ж/д транспорт характеризуется хорошей приспособленностью для перевозки различных партий грузов при любых погодных условиях. Он обеспечивает возможность доставки грузов на большие расстояния, регулярность перевозок. Удается хорошо организовать выполнение погрузо-загрузочных работ. Существенным преимуществом ж/д транспорта является сравнительно невысокая себестоимость перевозки грузов.

Авиационные грузоперевозки. Нередко этот тип грузовых перевозок применяется тогда, когда нужно за краткий срок доставить груз на дальние расстояния. Однако и в авиацонной грузоперевозке имеется преимущества и недостатки. Высокая скорость доставки, большой охват территории использования и максимальная безопасность груза являются основными преимуществами. К недостаткам можно отнести довольно высокую стоимость грузоперевозки, подчинение климатическим условиям и ограниченность по типам грузов.

К транспортным средствам водного транспорта относят судна морского и внутренного водного транспорта. Морской транспорт является самым крупным перевозчиком в международных перевозках. Его основные преимущества – низкие грузовые тарифы и высокая провозная способность. К недостаткам морского транспорта относять его низкую скорость, жесткие требования к упаковкам и креплению грузов, малую частоту отправок. Внутренний водный транспорт также

характеризуется низкими грузовыми тарифами. К недостаткам, кроме скорости доставки, относят также низкую доступность в географическом плане.

Чтобы не усложнять саму нейроную сеть и не увеличивать время расчетов, следует остановиться на одного определенного вида груза из пункта А в пункт назначения В разными способами превозки, включая морской путь, и соответственно различными видами транспорта суши.

Далее определяются оценивающие и влияющие на процесс перевозки факторы, а также их взаимосвязь. Обычно неизвестно все количество влияющих факторов и не все они явные. По-этому выделяется некоторый набор критериев, который в процессе совершенствования модели может дополняться, не влияя на саму систему, зато качественно улучшая «портрет» объекта исследования.

Затем составляются правила нечетких продукций IF-THEN взаимодействия выявленных факторов. Формируется выборки для обучении нечеткой нейронной сети. Создается имитационная модель транспортно-логистического процесса в вычислительной среде MatLab (использовалось архитектура гибридной нейронной сети ANFIS с логическим выводом Сугено). На тестовых выборках из реальных данных проверяется работа модели и сравниваются результаты при помощи известных математических методов. [3].

Итак, основываясь на знаниях экспертов, руководство и ведущие специалисты транспортно-логистического предприятия, занимающегося международными перевозками грузов, определяют восемь вариантов перевозок и их основные операции:

1. Груз формируется в контейнеры FESCO на складе поставщика – морская перевозка – выгрузка на открытую площадку торгового порта г. Актау – ж/д перевозка до склада получателя (рис.1).

Рис. 1. Первый вариант перевозки

2. Груз формируется в контейнеры SINOKOR на складе поставщика – морская перевозка – выгрузка на открытую площадку рыбного порта г. Актау – ж/д перевозка до склада получателя (рис.2).

Рис. 2. Второй вариант перевозки

3. Груз формируется навалкой по 3 тыс. Т на складе поставщика – морская перевозка – выгрузка на открытую площадку торгового порта г. Актау – ж/д перевозка до склада получателя (рис.3).

Рис. 3. Третий вариант перевозки

4. Груз формируется навалкой по 3 тыс. Т на складе поставщика – морская перевозка – выгрузка на открытую площадку рыбного порта г. Актау – ж/д перевозка до склада получателя (рис.4).

Рис. 4. Червертый вариант перевозки

5. Груз формируется в контейнеры FESCO на складе поставщика – морская перевозка – выгрузка на отрытую площадку торгового порта г. Актау – автоперевозка – выгрузка на складе (г. Актау) - ж/д перевозка до склада получателя (рис.5).

6.

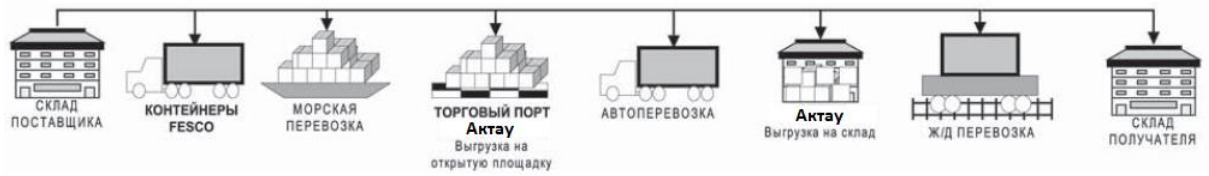


Рис. 5. Пятый варинт перевозки

7. Груз формируется в контейнеры SINOKOR на складе поставщика – морская перевозка – выгрузка на отрытую площадку торгового порта г. Актау – автоперевозка – выгрузка на складе (г. Актау) - ж/д перевозка до склада получателя (рис.6).

8.

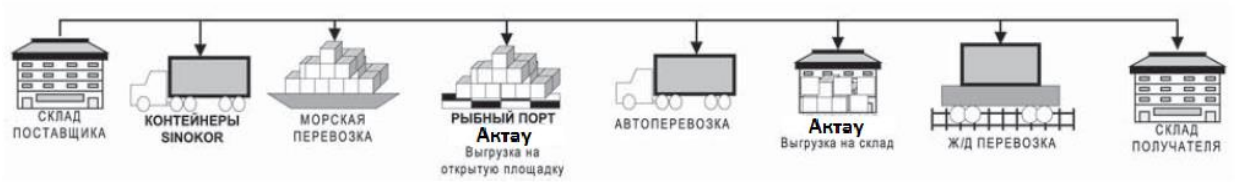


Рис. 6. Шестой вариант перевозки

9. Груз формируется в контейнеры FESCO на складе поставщика – морская перевозка – выгрузка в рыбном порту г. Актау - ж/д перевозка до склада получателя (рис.7).

10.

Рис. 7. Седьмой вариант перевозки

11.Груз формируется в контейнеры FESCO на складе поставщика – морская перевозка – выгрузка в рыбном порту г. Актау - ж/д перевозка до склада получателя (рис.8).

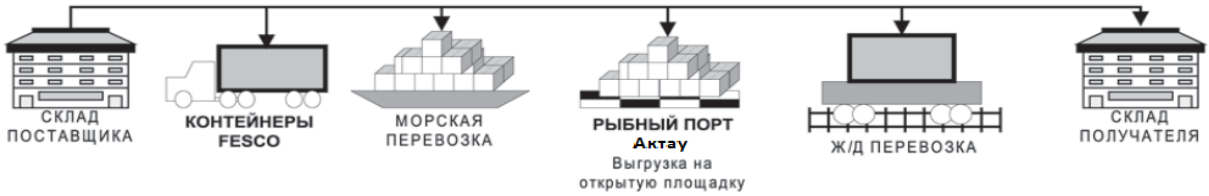


Рис. 8. Восьмой вариант перевозки

Для описания элементов нечеткой нейронной системы в процессе построения модели используются понятия нечеткого множества, лингвистической переменной и выполняется построение функции принадлежности нечетких множеств. Факторы, влияющие на процесс перевозки, определяются качественной оценкой. Так, линвистическая переменная «отлично» на входе сети будет ограничена оценкой от 9 до 10, а лингвистическая переменная «хорошо» - от 7 до 8 и т.д.

Для построения обучающих выборок составляются правила нечетких продукций IF-THEN. Также учитывается взаимосвязь и значимость факторов относительно друг друга в каждом процессе-блоке (в таблицах ниже факторы расставлены по убыванию значимости). Каждый слой на выходе определяет эффективность конкретного процесса, и это может быть не только стоимость самого процесса, а также и качество товара на выходе данного слоя (например, была ли потеря при автоперевозке) или время процесса, которое влияет в конечном итоге на быстроту перевозки, что отражается на рентабельности поставки товара. В процессе обучения нейронная сеть откорректирует заданные изначально приоритеты, построит графики функций принадлежности, а также возможные ошибки экспертов поправит весами (рис.9).

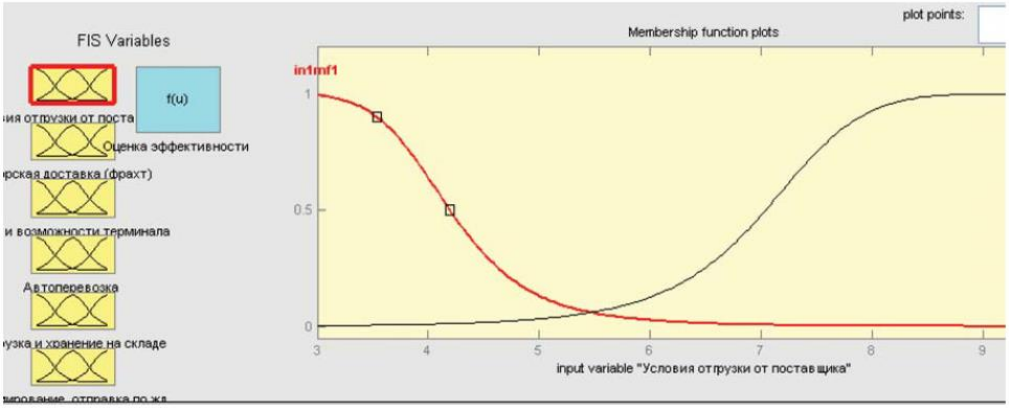


Рис. 9. График настройки параметров функции принадлежности с помощью графических средств системы MatLab

Первый блок системы (рис.10) – это «Условия отгрузки от поставщика». По опыту экспертов самыми выгодными условиями отгрузки от поставщика являются погрузка в контейнер (например, 20 контейнеров по 25 т каждый), что соответствует заданным вариантам перевозок 1,2,5-10, а худшими условиями – навалкой (2000-3000 т), соответственно это варианты 2 и 3.

Основными факторами, влияющими на оценку эффективности в целом по поставке груза, являются «Срок готовности груза к погрузке» и «Порча, убытки». Эти факторы на данном слое нейронной сети являются равнозначными. Выходом данного блока транспортного процесса будет «Оценка эффективности отгрузки».

Следующий блок – «Морская доставка (фрахт)». (Факторы, влиящие на эффективность процесса каждого блока, указаны на рис.10 в порядке убывания значимости.)

В этом блоке очень сложные взаимосвязи. Так, например, если превозить груз контейнерами, то значения факторов 1-4 будут выше, чем в случае перевозки навлкой. С другой стороны, значение факторов 3 и 5 не только зависят от способа перевозки, но и взаимосвязаны.

Опыт экспертов показывает, что морская перевозка контейнерами эффективнее перевозки навалкой, так как снижается риск порчи товара, подготовка груза к отправке проходит быстрее, фрахт осуществить легче.

Третий блок – «Порт и возможности терминала» . важным в определении значений факторов в этом блоке будет мнение экспертов. Они считают, что рыбный порт использовать эффективнее, так как он обладает большей мощностью и свободными местами для выгрузки груза и меньшей стоимостью обработки груза. Груз, доставленный в порт контейнерами, эффективнее обработать, чем навалку.

Четвертый блок – «Автоперевозка».

В вариантах перевозок с 1-го по 4-й блок-процесс автоперевозки отсуствует, поэтому значение входящих и выходящего факторов равны максимальному значению 10.

В остальных вариантах, следуя опыту экспертов, выявляются связи: если автоперевозка осуществляется в Актау, то она дешевле и срок ожидания вывоза короче, так как возможности выбора перевозчика больше, чем в 5 и 6.

Пятый блок – «Выгрузка и хранение на складе».

В вариантах перевозок 1 и 2 процесс выгрузки и хранение на складе отсуствует, поэттому значения входящих и выходящих факторов равны максимальному значению 10.

В остальных вариантах следует полагаться на мнение экспертов: склад в Актау лучше, чем в 7 и 8, потому что имеет больше мощностей по обработке и места для хранения, а также в случае порчи груза в Актау возмещают убытки.

Шестой блок – «Формирование груза, отправка по ж/д».

По опыту экспертов стоимость перевозки в простом вагоне дешевле, чем платформой для контейнеров, но, тем не менее, в вагоне существует большой риск порчи груза и потери. Эксперты считают, что отправлять груз со своего склада удобнее и быстрее, чем со склада порта, подать ж/д состав к порту намного проблематичнее.

Нечеткая нейросетевая модель состоит из шести блоков-модулей, каждый из которых реализовывает (нечеткой нейронной сетью) один блок соответственно из схем 1-8, представленных выше. И седьмой модуль модели – аккумуляция всез предыдущих модулей, входными данныи нечеткой нейронной сети которого являются выходы модулей с 1-го по 6-й. В каждом модуле выделяется определенное количество факторов, влияющих на эффективность как отдельного процесса-блока, так и всей перевозки в целом (рис.10). для определения количества и величины каждого фактора и их значимости в каждом модуле следует полагаться на мнение и опыт экспертов [4].

Обучение сети производилось на обучающих выборках всех 7 схем перевозок, исключая тестовую 6-ю. Тестирование показало высокую точность моделирования.

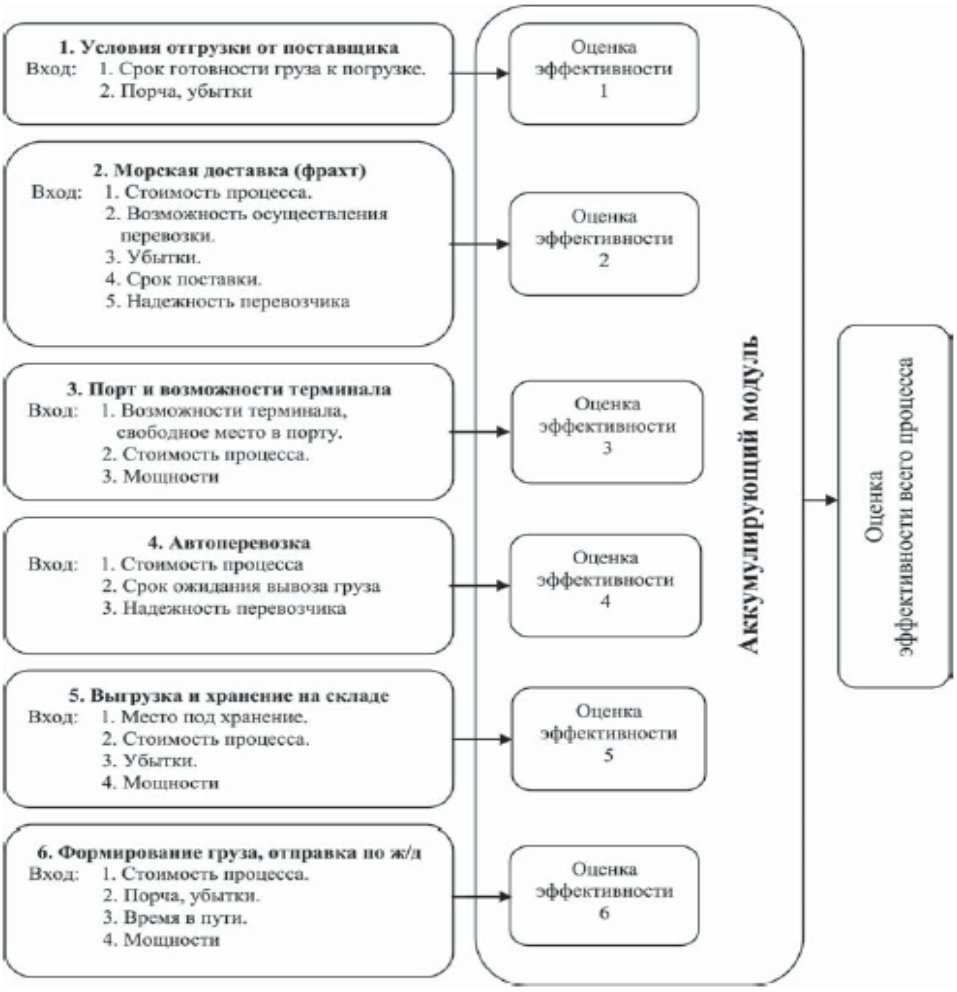


Рис. 10. Нечеткая нейросетевая модель ИСУ транспортного процесса

Выводы.

Таким образом, в статье приведен один из методов моделирования плохо формализованного процесса – транспортно-логистический процесс – с использованием нечетких нейросетевых технологий. Модульная архитектура построенной нечеткой нейросетевой модели транспортно-логистического процесса может быть увеличена при помощи встраивания дополнительных модулей. Это позволит расширять информационную систему управления, увеличить ее возможности за счет детализации имитируемого процесса. Набор влияющих на транспортно-логистический процесс факторов в каждом модуле может дополняться в процессе совершенствования нечеткой нейросетевой модели, не влияя на саму систеу (метод решения), зато качественно улучшая «портрет» объекта исследования (изучения) – информационную систему управлениятранспортно-логистическим процессом.

Имитационная модель транспортно-логистического процесса, прогнозирования его поведения, оптимизации функционирования, для анализа различных ситуаций и поведения взаимодействующих элементов. Модель может быть использована для мониторинга и диагностики урпавленческих решений в динамическом режиме, так как позволяет моделировать реальные события и процессы, прогнозировать и предупреждать критические ситуации [5].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Эволюция портов и экспедиторской деятельности – основа транспортной логистики. А. Л. Степанов.–2007 . –№4(50). –С.6–9.

[2] Интеллектуальные информационные системы: компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода. В. В. Круглов, М. И. Дли. –М.: Изд-во физ.-мат. лит., 2002. –256 с.

[3] Проектирование нечетких систем средствами MatLab. С. Д. Штовба. –М.: Горячая линия-Телеком, 2007. –288 с.

[4] Устройство и оборудование транспортных средств. М. А. Москаленко, И. Б. Друзь, А. Д. Москаленко. –2-е изд. –СПб.: Лань, 2013. –235 с.

[5] Исследование и разработка интеллектуальной информационной системы для транспортной задачи. Казангапова Б. А., Социалов Е. Қ. Высшая школа Казахстана Международное научно-педагогическое издание 4/2019, 304-308.

Казангапова Б. А., Исмагулова Ж. С., Социалов Е. Қ.

Көлік және логистикалық процесс үшін анық емес нейрожелілік моделді құру

Түйіндеме. Қазіргі әлемде адам өркениетін дамыту іс жүзінде шексіз қашықтықтарға жүктерді тасымалдауды жүзеге асыратын қазіргі заманғы жүк көліктерінсіз мүмкін болмас еді. Тасымалдар ел экономикасын дамытудың және оның сыртқы экономикалық байланыстарын қамтамасыз етудің маңызды факторы болып табылады.

Көптеген зерттеулер тонна-километрмен өлшенген көлік өнімі аз болған сайын, еліміздің ұлттық экономикасы үшін соғұрлым жақсы болатындығын дәлелдеді. Бұл көлік жұмысының қысқаруы көлік шығындарының төмендеуімен және көлік құралдарына қажеттіліктің төмендеуімен қатар жүретіндігіне байланысты болып отыр. Сондықтан жүктерді тасымалдау экономиканың барлық салалары үшін мүмкіндігінше қысқа (оңтайлы) қашықтықта жүргізілуі керек.

Осындай оңтайландыру міндеттерінің бірі – көліктік есептер болып табылады. Бұл тауарларды неғұрлым ұтымды тасымалдауды құру үшін қолданылады. Мұндай жағдайларда, тасымалдау құны ең аз болатын тасымалдау жоспарын анықтауымыз қажет. Бұл проблема сызықтық бағдарламалаудың ерекше жағдайы болып табылады және оны ықтимал әдіс, симплекс әдісі, венгр әдісі сияқты әдістермен шешуге болады.

Түрлі факторлардың маңыздылығына сараптамалық баға көрсеткендей, көлікті таңдағанда, ең алдымен, мыналар ескеріледі: жеткізу кестесін, сенімді жеткізу уақытын, тасымалдау құнын ескеруіміз қажет.

Осыған байланысты сандық бағалауларды ғана емес, сонымен қатар сапалық, нақты берілген, олардың арасындағы өлшемдер мен байланыстарды формализациялауға келмейтін формализациялық үдерісті модельдеу әдісі ұсынылған. Модель осы процесті одан әрі зерттеу, оның мінез-құлқын болжау, жұмыс істеуін оңтайландыру үшін әзірленеді. Бұл әдіс анық емес нейрондық желілер технологиясына негізделген. Факторлық талдауды қолдану арқылы процесті оңтайландыру әдісі көрсетілген.

Модель динамикалық режимде урпавлениялық шешімдерді мониторингілеу және диагностикалау үшін пайдаланылуы мүмкін, өйткені нақты оқиғалар мен процестерді моделдеуге, сыни жағдайларды болжауға және ескертуге мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: басқарудың зияткерлік ақпараттық жүйелері, ақпараттық жүйе, моделдеу, нейрожелілік технологиялар, анық емес логика.

УДК 6.691.544

S.S. Satayeva, A.U. Imangaliyeva
(West Kazakhstan Agrarian Technical University n.a. Zhangir Khan,
Uralsk, Kazakhstan. e-mail: sataeva_safura@mail.ru)

THE PRODUCTION OF SULFUR CEMENT FROM CARBON WASTES

Abstract. In the work, sulfur cement based on hydrocarbon waste was obtained. Technical sulfur and fuel oil of «ATYRAU REFINERY» LLP are studied and their characteristics are given. Quartz sand of the West Kazakhstan region was used as a filler. It is shown that the cement based on sulfur binder has improved performance and compares favorably with conventional cement: high strength, resistance to aggressive environments, low water absorption, frost resistance, rapid strength gain. The use of sulfur waste can solve the problems of the environment, the oil industry and the construction industry.

Keywords: technical sulfur, fuel oil, quartz sand, flame retardant, sulfur cement, compression and bending strength, frost resistance, water permeability, corrosion resistance.

С.С. Сатаева, А.У. Имангалиева
(Западно-Казахстанский университет им. Жангир хана, Уральск,
Республика Казахстан. e-mail: sataeva_safura@mail.ru)

ПОЛУЧЕНИЕ СЕРНОГО ЦЕМЕНТА ИЗ ОТХОДОВ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Аннотация. В работе получен серный цемент. Изучены техническая сера и мазут Атырауского нефтеперерабатывающего завода (АНПЗ) и даны их характеристики. В качестве наполнителя использован

кварцевый песок Западно-Казахстанской области. Показано, что цемент на основе серного вяжущего обладает улучшенными эксплуатационными свойствами и выгодно отличается от обычного цемента: высокой прочностью, стойкостью к агрессивным средам, низким водопоглощением, морозостойкостью, быстрым набором прочности. Использование отходов серы позволяет решить проблемы экологии, нефтяной промышленности и строительной индустрии.

Ключевые слова: техническая сера, мазут, кварцевый песок, антипирен, серный цемент, прочность при сжатии и изгибе, морозостойкость, водопроницаемость, химическая стойкость.

Введение

Накопление различных видов отходов жизни и деятельности человека в условиях достаточно сложной современной экологической ситуации ставит перед наукой задачи по изысканию новых областей их утилизации. Использование отходов в качестве вторичных материальных ресурсов позволяет не только предотвращать загрязнение окружающей среды, но и экономить основное сырье.

Сера является одним из распространенных компонентов промышленных отходов, получаемых, при переработке сернистых нефтей, коксовании, при выплавке меди и сжигании угля. За последние годы ее запасы постоянно увеличиваются в связи с ростом объемов добычи нефти и газа. Большое количество технической серы представляет серьезную экологическую опасность для окружающей среды [1].

Исторически рынок серы в основном зависел от спроса на серную кислоту и фосфатные удобрения, как основных потребителей этого продукта. Хотя в последние двадцать лет предпринимались попытки по развитию других широкомасштабных рынков серы, они сдерживались высокими ценами на серу в период 1980-х годов.

Основными направлениями нетрадиционного использования серы являются:

- использование серы для решения проблем радиационной защиты;
- использование серы в производстве строительных материалов (сероцементов и серобетонов);
- использование серы в производстве дорожных покрытий - сероасфальтов;
- применение серы при производстве нетрадиционных удобрений (серного бентонита);
- применение серы для пропитки;
- использование серы для захоронения золы мусороперерабатывающих предприятий [2].

Значительному оздоровлению экологической ситуации может способствовать использование серы, получаемой из отходов, в производстве строительных материалов.

Сера является хорошим композиционным материалом и находит применение в качестве вяжущего в строительных конструкциях различного назначения, как например, получение серного цемента. Технология производства серного цемента заключается в получении сополимерной серы (серного цемента) с использованием в качестве модификатора высокопарафинистого мазута [3].

Применение серы в качестве компонента строительных материалов обусловлено ее свойствами, такими как быстрое затвердевание, гидрофобность, устойчивость к воздействию агрессивных сред, низкая теплопроводность [4].

Строительные материалы на основе серы отличаются более высокими эксплуатационными характеристиками, такими как механическая прочность, водонепроницаемость, морозостойкость, стойкость к воздействию агрессивных сред, срок службы.

Использование серы в качестве связующего в композитных материалах требует придания ей ряда дополнительных свойств за счет химической модификации. Это позволяет получить продукт с улучшенными физико-механическими характеристиками, повышенной стойкостью к воздействию внешних факторов и др.

В связи с вышеизложенным целью настоящей работы является получение серного цемента с использованием отходов технической серы.

Экспериментальная часть. Серный цемент состоит из вяжущего, модификатора, наполнителя и антипирена. Для проведения исследований взята техническая сера Атырауского нефтеперерабатывающего завода (АНПЗ), которая является основным вяжущим материалом. Характеристика технической серы приведена в табл. 1.

Таблица 1. **Характеристика технической серы**

Чистота, %	99,99
Цвет	ярко-желтый

Форма	полусферические таблетки
Размер, мм	2-6
Содержание сероводорода, ppm wt. макс	10
Кислотность, ppm wt. макс	40
Органические/углеродистые материалы, ppm wt. макс	1000

В качестве модификатора использовали тяжелый нефтяной остаток – мазут, Атырауского нефтеперерабатывающего завода (АНПЗ). Использование нефтяного остатка в качестве модификатора обусловлено его химическим взаимодействием с серой, которое выражается в присоединении его к концам полимерной серы, насыщении ее связей, обрыве процесса полимеризации и стабилизации ее в этом состоянии. Основная роль модификатора сводится к стабилизации структуры серы и предотвращению роста её кристаллов. Нами исследованы физико-химические свойства мазута Атырауского НПЗ по ГОСТ 10585-2013. Данные приведены в табл. 2.

Таблица 2. **Результаты исследований физико-химических свойств мазута Атырауского НПЗ**

№	Показатель	Мазут АНПЗ	ГОСТ 10585-2013
1	Плотность, кг/м^3	980	980
2	Вязкость (условная), мм^2/с	2,1	2,1
3	Температура вспышки, °С	158	158
4	Температура застывания, °С	34	34
5	Теплота сгорания, °С	42099	42099
6	Кислотность, мг	5	5

Цементы и другие вяжущие вещества можно смешивать не только с активными в химическом отношении веществами (кислые гидравлические добавки и доменные шлаки), но и с тонко измолотыми инертными при обычных температурах добавками, называемыми наполнителями. К добавкам-наполнителям относятся: кварцевый песок, известняк, доломит, изверженные породы, природный пылевидный кварц, глины и ряд других.

Наполнители оказывают большое влияние на пластичность и водоудерживающую способность бетонной смеси. Тепловыделение и усадочные деформации при добавке наполнителя уменьшаются. Введение наполнителя ускоряет процесс гидратации цементных зерен. Зерна наполнителя участвуют в процессе формирования кристаллической структуры цементного камня. На поверхности зерен наполнителя гелеобразная фаза уплотняется и кристаллизуется более интенсивно. В ряде случаев наполнитель оказывает модифицирующее влияние на продукты гидратации цементных зерен, способствуя развитию отдельных кристаллических форм новообразований. Введение наполнительных добавок так же, как и гидравлических, снижает расход электроэнергии, топлива и себестоимость конечного продукта. Правильным подбором гранулометрического состава наполнителей можно повысить плотность затвердевшего цемента и бетона.

Исходя из этого, в ряде случаев рационально к цементам высоких марок добавлять местные дешевые добавки, которыми являются, например, кварцевые пески и карбонатные породы. В нашем случае наполнителем служит кварцевый песок месторождения Западно-Казахстанской области.

Структурный состав кварцевого песка изучали с помощью растрового электронного микроскопа. Результаты эксперимента представлены на рис. 1-2 и в табл. 3.

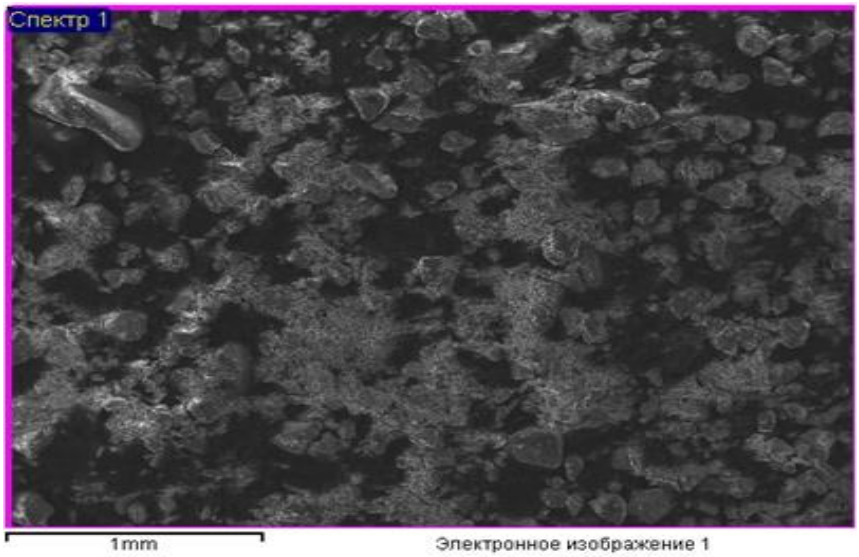


Рис. 1. Электронное изображение кварцевого песка Западно-Казахстанской области

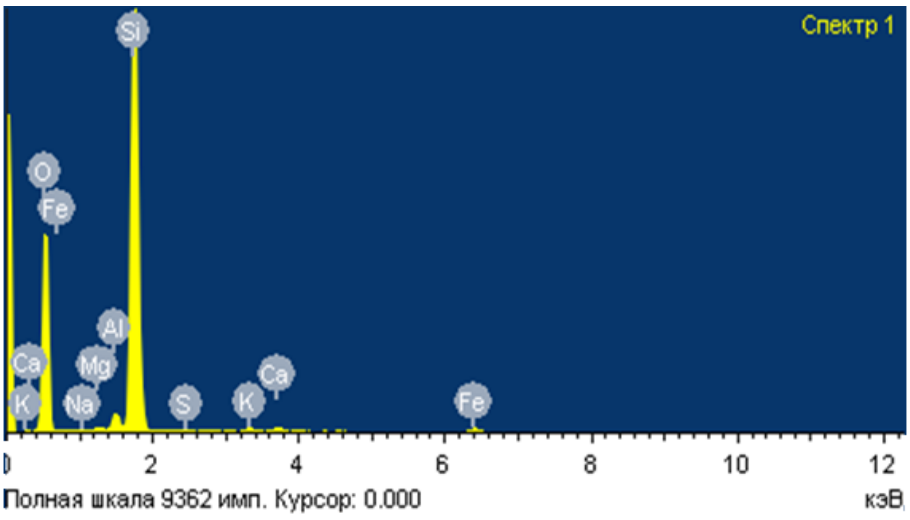


Рис. 2. Элементный состав кварцевого песка Западно-Казахстанской области

Таблица 3. **Элементный, весовой и атомный составы кварцевого песка Западно-Казахстанской области**

Элемент	Весовой, %	Атомный, %
O	54,80	68,56
Na	0,16	0,14
Mg	0,26	0,21
Al	1,52	1,13
Si	40,11	28,59
S	0,17	0,10
K	0,69	0,36
Ca	0,63	0,31
Fe	1,66	0,59
Итого	100,00	

Так же в настоящее время проводятся исследования по подбору антипирена, который позволит удалить главный и, пожалуй, единственный недостаток серосодержащих вяжущих - низкую огнестойкость. Уже созданы составы, позволяющие выявить лучший антипирен. В качестве антипиренов используются гидроксид алюминия, натрий тетраборнокислый, аммония сульфат и др. В данной работе для повышения огнестойкости серного цемента применяли тетраборат натрия.

Методика получения серного цемента

В металическую емкость на 200 мл загружают не более чем на 2⁄3 объема измельченную техническую серу (куски не более 100 мм). Содержимое равномерно нагревают при температуре 140-150 ^{0}С, не допуская местного перегрева и воспламенения серы. При температуре 120 ^{0}С сера начинает плавиться. После ее полного расплавления постепенно при непрерывном перемешивании с помощью магнитной мешалки вводят мазут (предварительно нагретый). Серу с мазутом варят до полной готовности (до полного удаления летучих веществ). В полученную смесь добавляют кварцевый песок и тщательно перемешивают миксером. Затем вводят тетраборат натрия (антипирен). Полученный серный цемент разливают в формы и оставляют для охлаждения [5].

Результаты и обсуждение

Серный цемент получали при различных концентрациях компонентов. Наиболее оптимальным составом серного цемента, отвечающим требованиям ГОСТ является следующий состав, %: сера техническая – 50; мазут – 10; кварцевый песок – 40.

Изучение физико-механических свойств серных цементов определяет назначение областей их практического применения. Основным показателем цементов является прочность, которая определяет его надежную работу в конструкциях и сооружениях.

Определены прочность при сжатии и изгибе, морозостойкость, водопроницаемость, стойкость в агрессивных средах. Данные представлены в табл. 4.

Таблица 4. **Физико-механические свойства серного цемента**

Показатель	Ед. изме рения	Метод испыта-ния	Значение показателя в возрасте 28 сут.	
			Бетон на основе портландцемента ПЦ 500	Серобетон на основе модифицированной серы
Предел прочности на рястяжение при сжатии	МПа	ГОСТ 10180	59,8	64,5
Предел прочности на рястяжение при изгибе	МПа	ГОСТ 10180	7,3	11,8
Морозостойкость	цикл	ГОСТ 10060-2012	F_2 200	F_2 1000
Водопроницаемость	ати		W 12	W 20
Химическая стойкость (к кислотам)	%		23	84

Как показано в табл. 4, свойства серного цемента, полученного на основе модифицированной серы отличаются более высокими показателями в сравнении с бетоном на основе портландцемента. Результаты испытания образцов цемента на основе модифицированной серы характеризуются высокими параметрами по морозостойкости, водонепроницаемости, химической стойкости в кислых средах. Полученный серный цемент можно рассматривать как строителный материал специального назначения, предназначенный для эксплуатации в условиях переменных температур и агрессивных средах.

Заключение

Проведенные исследования позволили сделать вывод о том, что, освоение технологии производства серного цемента позволит значительно снизить изъятие природных ресурсов и определит возможность максимально использовать технологические отходы производств, в том числе серосодержащие отходы. Изготовление серного цемента решает не только технико-экономические, но и экологические проблемы, и прежде всего защиты окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Трухин Г.О. Применение нефтегазовой серы в строительстве // Молодой ученый. - 2019. - № 13. - С. 31-36.

[2] Королев Е.В., Прошин А.П., Ерофеев В.Т. Строительные материалы на основе серы / Под общ. ред. А.П. Прошина. – Пенза: ПТУ АС; Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2003. – 372 с.

[3] Хамидуллин Ф.А., Гайнуллин В.И. Технология получения серополимерного цемента // Вестник Казан. технол. ун-та. - 2012. - Т. 17. № 1. - С. 148-149.

[4] Стоянов С.О., Нуриев Н.К. Технологическая линия по производству серных и других гомогенных композиций // Вестник Казан. технол. ун-та. - 2010. - Т. 16. № 14. - С. 47-49.

Сатаева С.С., Имангалиева А.У.

Көмірсутек шикізаты қалдықтары негізінде күкіртті цемент алу

Түйіндеме. Жұмыста көмірсутек шикізаты қалдықтары негізінде күкіртті цемент алынды. Атырау мұнай өңдеу зауытынан шыққан (АМӨЗ) техникалық күкірт және мазут зерттеліп, олардың сипаттамалары берілді. Толықтырғыш ретінде Батыс Қазақстан облысының кварц құмы пайдаланылды. Күкіртті тұтастырғыш негізіндегі цемент жақсартылған эксплутациялық қасиеттерге ие және қарапайым цементтен едәуір айырмашылығы бар: жоғары беріктігі, агрессивті орталарға төзімділігі, төмен су сіңіргіштігі, аязға төзімділігі, тез қатайғыш. Күкірт қалдықтарын пайдалану экология, мұнай өнеркәсібі және құрылыс индустриясы мәселелерін шешуге мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: техникалық күкірт, мазут, кварц құмы, антипирен, күкіртті цемент, қысу және иілу кезіндегі беріктігі, аязға төзімділігі, су өткізгіштігі, коррозияға төзімділігі.

УДК: 621.311.22

N. Sidorova, N. Tin, M. Kaldybekkyzy
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan. tin_n@list.ru)

THE USE OF MEMBRANE TECHNOLOGY METHODS IN THE WATER TREATMENT SYSTEM AT THE CHP

Abstract. The article is devoted to the analysis of the use of membrane technologies in the water treatment system at the CHP. A comparison of existing methods of desalting the source water was made, as a result of which the most suitable method was proposed. The experience of using the chosen method abroad is given.

Key words: membrane technologies, reverse osmosis, water treatment, water treatment, salt content.

Н.В. Сидорова, Н.Е. Тин, Қалдыбекқызы М.
(Satbayev University ,tin_n@list.ru)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МЕМБРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМЕ ВОДОПОДГОТОВКИ НА ТЭЦ

Аннотация. Статья посвящена анализу использования мембранных технологий в системе водоподготовки на ТЭЦ. Произведено сравнение существующих методов обессоливания исходных вод, в результате чего был предложен наиболее подходящий метод. Приведен опыт применения выбранного метода за рубежом.

Ключевые слова: мембранные технологии, обратный осмос, водоподготовка, доочистка, солесодержание.

Введение. Надёжная работа тепловых электрических станций и систем теплоснабжения обеспечивается, прежде всего, отсутствием внутренней коррозии конструкционных материалов оборудования и трубопроводов. К числу факторов, вызывающих внутреннюю коррозию. Растворенные в воде соли являются электролитами, поэтому увеличение их концентрации до определенного предела повысит электропроводность среды и, следовательно, ускорит процесс коррозии.

Анализ современных подходов к решению проблемы повышения качества теплоносителя на ТЭУ показывает, что применение на ВПУ новых технологических схем водоподготовки с использованием обратноосмотических, электродиализных, термических, гидромагнитных технологий в сочетании с традиционными методами является одним из наиболее перспективных направлений развития ВПУ в теплоэнергетике.

Основная часть. В процессах обессоливания используются четыре метода: выпаривание, ионный обмен, обратный осмос и электродиализ. Каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки. *Электродиализ* имеет ограничение по глубине обессоливания и солесодержанию питающей воды. Поэтому в настоящее время он применяется достаточно редко и далее не рассматривается.

Основные преимущества каждого из методов следующие:

Ионный обмен:
• возможность получения сверхчистой воды;
• отработанность и надежность;
• способность работать при резко меняющихся параметрах питающей воды;
• минимальные капитальные и энергозатраты;
• меньший расход питающей воды;
• минимальный объем вторичных отходов, обеспечивающий возможность их переработки.
Термический метод (выпаривание):
• минимальные количество реагентов и сброс солей в окружающую среду;
• высокое качество воды по взвесям;
• возможность получения отходов минимального объема, вплоть до сухих солей;
• возможность использования избыточного тепла;
• удаление из воды растворенных газов.
Обратный осмос:
• стабильно высокое качество воды по взвесям, биологическим и органическим загрязнениям;
• минимальные количества реагентов и суммарных сбросов солей в окружающую среду;
• возможность сброса концентрата без обработки в канализацию;
• относительно низкие эксплуатационные затраты;
• отсутствие агрессивных реагентов.

Недостатки перечисленных методов следующие:
Ионный обмен:
• высокий расход агрессивных реагентов;
• эксплуатационные расходы, растущие пропорционально солесодержанию воды;
• большое число переходных процессов (циклов регенерации);
• необходимость обработки регенератов и сложности с их сбросом.
Термический метод:
• необходимость предподготовки;
• большие энергозатраты;
• большие капзатраты.
Обратный осмос:
• необходимость тщательной предподготовки;
• желательность непрерывной работы установки;
• большой расход питающей воды и объем сбросных вод;
• большие энергозатраты.

В настоящий момент наилучшие экономические, экологические и технологические показатели имеют безреагентные схемы так называемые интегрированные мембранные технологии ИМТ, когда для предочистки используется ультрафильтрация, первая стадия обессоливания осуществляется обратным осмосом, а глубокое обессоливание – электродеионизацией.

Однако комбинированная схема, когда первая стадия обессоливания осуществляется безреагентным методом – обратным осмосом, а глубокая доочистка – ионным обменом, более привычны проектировщикам и потребителям, и также имеют высокие показатели. Такая схема позволяет сократить, по сравнению с «чистым» ионным обменом, расход реагентов и объем солевых стоков примерно в 10 раз при максимальном качестве очистки и высокой надежности оборудования.

Основными проблемами, препятствующими широкому применению мембранных технологий обратного осмоса и нанофильтрации в питьевом водоснабжении и водоподготовке, являются необходимость применения дорогостоящих систем предочистки и наличие концентратов, которые необходимо утилизировать.

Обе проблемы взаимосвязаны: необходимость предочистки вызвана опасностью образования на мембранах отложений взвешенных веществ и малорастворимых в воде солей (карбоната кальция), а необходимость сброса больших расходов концентрата также определяется содержанием в нем солей кальция, которые при концентрировании выпадают в осадок.

Наибольший интерес представляет использование разработанной технологии для «комплексной» обработки воды, например, для водоподготовки паровых котельных предприятий и районных тепловых станций (РТС). Рассматривались вопросы экономической и экологической

эффективности от применения технологий обратного осмоса для подготовки на ТЭЦ вместо традиционно применяемых для этого технологий ионного обмена (рис. 1).

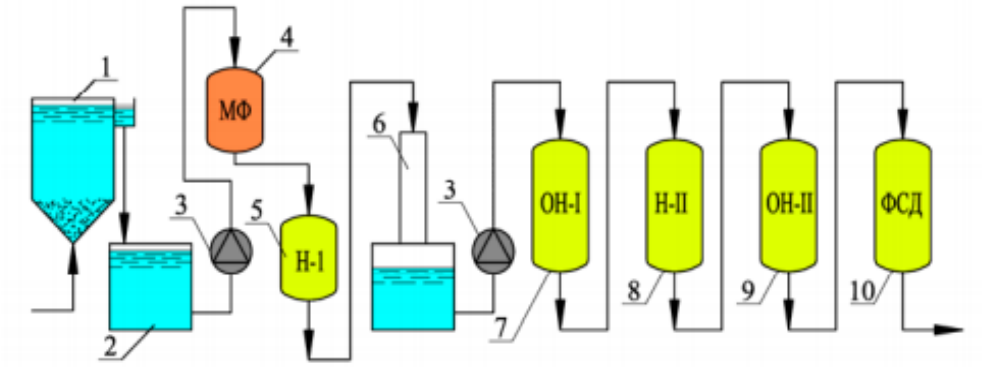


Рис. 1. Традиционная трехступенчатая схема обессоливания воды для котлов высокого давления ТЭЦ: 1 – осветлитель; 2 – бак осветленной воды; 3 – насос; 4 – механический фильтр; 5 – Н-катионитовый фильтр I ступени; 6 – дегазатор; 7 – ОНанионитовый фильтр I ступени; 8 – катионитовый фильтр II ступени; 9 – ОНанионитовый фильтр II ступени; 10 – фильтр смешанного действия

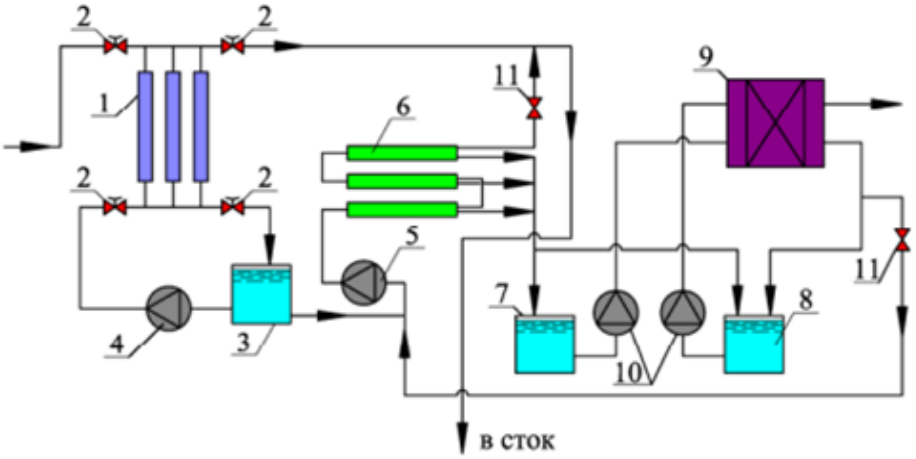


Рис. 2. Технологическая схема подготовки обессоленной воды с применением мембранных технологий: ультрафильтрации для предочистки, обратного осмоса для обессоливания, электродеионизации для глубокого обессоливания: 1 – ультрафильтрационная установка; 2 – магнитные клапаны промывки; 3 – бак осветленной воды; 4 – насос обратной промывки; 5 – насос высокого давления; 6 – мембранная установка обратного осмоса; 7 – бак сбора фильтрата; 8 – бак рециркуляции концентрата; 9 – аппарат электрод

Источники экономического и экологического эффекта заключаются в отсутствии концентрированных солевых стоков, которые не могут быть сброшены в городскую канализацию. В случае применения мембранных методов обратного осмоса и нанофильтрации для водоподготовки, солесодержание концентрата не превышает значения 1000 мг/л, что допускает сброс его в городскую канализацию. Тем не менее, при использовании мембранных систем для подготовки воды теплосетей расходы концентрата могут иметь высокие значения.

Использование разработанной технологии осаждения карбоната кальция на затравке позволяет разработать комплексную систему подготовки воды для паровых котлов и теплосети.

Одной из первых установок обратного осмоса, внедренных в России на теплоэнергетическом предприятии, стала установка обратного осмоса для обессоливания воды производительностью 50 т/ч, введенная в эксплуатацию в декабре 2002 г. на Уфимской ТЭЦ-1. Исходной водой для установки обратного осмоса на ТЭЦ-1 является умягченная вода, прошедшая реагентную обработку методами известкования, коагуляции и магнезиального обескремнивания с последующими фильтрованием осветленной воды на механических фильтрах и двуступенчатым Na-катионированием.

Многолетний опыт эксплуатации обратноосмотической установки на Новосибирской ТЭЦ-2 показал, что при соответствии величины коллоидного индекса воды перед подачей на мембраны нормативным требованиям обессоленная вода характеризуется стабильными остаточными величинами кремниевой кислоты, натрия и удельной электрической проводимости, а расход воды на собственные нужды установки обратного осмоса составляет всего 4,0 – 15,3 % от количества исходной воды в зависимости от часовой производительности оборудования.

Заключение. Процесс подготовки обессоленной воды с использованием установки обратного осмоса полностью автоматизирован, что исключает вероятность аварийных ситуаций на ВПУ по причине человеческого фактора.

Значительно снизилось потребление химических реагентов ВПУ за счёт автоматизации системы дозирования химреагентов, замены первой ступени обессоливающей установки на обратный осмос.

После ввода в эксплуатацию установки обратного осмоса снизилось pH сточных вод до 6,8. Это позволяет повторно использовать промывочные воды в системе гидрозолоудаления для поддержания уровня воды золоотвала. На золоотвале вода отстаивается и может снова податься на ТЭЦ насосами осветлённой воды в баки осветлённой воды для следующего цикла.

Выявлены следующие недостатки при работе ВПУ с применением установки обратного осмоса.

В два раза увеличился расход воды на собственные нужды обессоливающей установки. Основной причиной перерасхода технической воды на собственные нужды обессоливающей установки является узел ультрафильтрации, который из-за низкого качества исходной воды часто встаёт на промывку. Промывка узла ультрафильтрации проводится каждые сорок минут. Промывка натрий-катионитовых фильтров проводилась через 280 часов.

Отказ от забора воды из циркуляционно-охладительной системы для подпитки ВПУ привело к увеличению солесодержания циркуляционной воды. Это способствует быстрому засорению трубного пучка конденсаторов турбин, ухудшению процесса теплообмена в конденсаторе, и, как следствие, приводит ухудшению вакуума в хвостовой части турбины и к снижению нагрузки турбоагрегата.

Методы обессоливания воды требуют затрат как финансовых, так и энергетических. Выбор способа обработки зависит от степени содержания соли в исходной воде, производительности установки, затрат на составляющие процесса (тепло, электроэнергия, реагенты). Каждый из методов имеет свои преимущества, недостатки и происходит при помощи технических средств. В системе водоподготовки на ТЭЦ наиболее эффективным методом является мембранный, который в настоящее время успешно применяется.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Первов А.Г., Андрианов А.П., Юрчевский Е.Б. Совершенствование конструкций мембранных аппаратов. // Водоснабжение и санитарная техника. 2009. №7, с. 62-68.

[2] Юрчевский Е.Б., Первов А.Г., Андрианов А.П., Пичугина М.А. Исследование технологических характеристик мембранных элементов с открытыми напорными каналами. // Теплоэнергетика. 2009. №11, с. 46-52.

[3] Первов А.Г., Андрианов А.П., Горбунова Т.П. Разработка мембранных технологий с уменьшенным расходом воды на собственные нужды // Водоснабжение и сан. техника. 2010. №6, стр. 13-21.

[4] Первов А.Г., Андрианов А.П., Спицов Д.В., Юрчевский Е.Б. Совершенствование конструкций мембранных аппаратов – ключ к созданию безреагентных технологий с выходом фильтрата до 99 % //Критические технологии. Мембраны. 2010. №3 (47), стр. 3-14.

[5] Motohiro Okazaki and Shoji Kimura. Scale formation on reverse osmosis membranes // Desalination, 21 (1977), 235-240/

[6] George H. Nancoilas. The growth of crystals in solution // Advanced in Colloid Interface Science, 10 (1979), 215-252.

[7] Первов А.Г., Бондаренко В.И., Балаев И.С. Обратный осмос и ионный обмен: какая технология победит в водоподготовке XXI века? //Экология производства. 2006. № 1 (2).

Сидорова Н.В., Тин Н.Е., Қалдыбекқызы М.

ЖЭО-да су дайындау жүйесінде мембраналық технологиялар әдістерін қолдануы

Резюме. Бұл мақала ЖЭО-да су дайындау жүйесінде мембраналық технологияларды пайдалануды талдауға арналған. Бастапқы суды тұзсыздандырудың қазіргі әдістерін салыстыру жүргізілді, нәтижесінде ең қолайлы әдіс ұсынылды. Таңдалған әдісті шетелде қолдану тәжірибесі берілген.

Түйінді сөздер: мембраналық технологиялар, кері осмос, су дайындау, су тазалау, тұз құрамы.

УДК 661.185-3

A. Suigenbayeva, S. Sakibayeva, P. Abdurazova,
Sh. Koshkarbayeva, D. Zhunisbekova
(M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan
e-mail: syaljo@mail.ru)

METHOD FOR CALCULATING THE POWER OF THE PROCESS OF DISPERSING OF RUBBER COMPOUNDS

Abstract. The article presents the method of calculating the power of the process of dispersing mixing of rubber mixtures. Calculation of the power consumed in the process of mixing the ingredients of rubber mixtures is one of the main stages of engineering calculation of rubber mixers. This paper proposes a method for calculating this indicator, based on modern ideas about this complex process.

The study confirms the adequacy of the adopted diffusion-fractal model of dispersing mixing and allows us to recommend it for the calculation of the dispersed composition of rubber mixtures.

Keywords: power, rubber compound, rubber, mixing, vulcanization.

А. Суйгенбаева, С. Сакибаева, П. Абдуразова,
Ш. Кошкарбаева, Д. Жунисбекова
(Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауезова,
Шымкент, Казахстан. e-mail: syaljo@mail.ru)

МЕТОДИКА РАСЧЕТА МОЩНОСТИ ПРОЦЕССА ДИСПЕРГИРУЮЩЕГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ

Аннотация. В статье представляется методика расчета мощности процесса диспергирующего перемешивания резиновых смесей. Расчет мощности, потребляемой в процессе смешения ингредиентов резиновых смесей, является одним из основных этапов инженерного расчета резиносмесителей. В данной работе предлагается методика расчета этого показателя, основанная на современных представлениях об этом сложном процессе.

Проведенное исследование подтверждают адекватность принятой диффузионно-фрактальной модели диспергирующего перемешивания и позволяют рекомендовать ее для расчета дисперсного состава резиновых смесей.

Ключевые слова: мощность, резиновая смесь, резина, смешение, вулканизация.

Введение

Изготовление резиновых смесей – сложный механический процесс, в котором механические процессы диспергирования, гомогенизации и другие происходят совместно с тепловыми и химическими явлениями.

В процессе изготовления резиновых смесей в камере резиносмесителя одновременно протекают два механических процесса: перемешивание и диспергирование.

Диспергирующим смешением называется процесс, в результате которого происходит как уменьшение размеров предельных частиц, так и увеличение статистического беспорядка в их распределении. В процессе диспергирующего смешения энергия расходуется как на пространственное перераспределение частиц, так и на измельчение, разрушение предельных частиц [1-3]. При изготовлении резиновых смесей перемешивание и диспергирование компонентов в вязкоупругой среде связаны с большими затратами механической энергии.

При изучении процессов смешения необходимо решить вопрос об эффективности процесса. Эффективность процесса смешения обычно связывается с однородностью готового изделию продукта с наименьшими энергетическими затратами.

Объекты и методы эксперимента

Мощность, потребляемая при осуществлении процесса диспергирующего смешения ингредиентов резиновых смесей, складывается из двух основных составляющих. Во-первых, это расход энергии на перемешивание вязкого вещества в аппарате, во- вторых, работа разрушения частиц исходной смеси, т.е. работа измельчения.

Удельная мощность перемешивания N на единицу объема смесителя V определяется по формуле [1]:

$$\frac{dN}{dV} = \tau \frac{du}{dr}, \tag{1}$$

где: τ - напряжение сдвига;

u -скорость сдвига;

r - текущий радиус.

Оценку градиента скорости сдвига произведем следующим образом. Пусть U - модуль вектора смешения в объеме перемешиваемого материала. Тогда можно записать

$$u \approx \frac{U}{t_m}, \tag{2}$$

где: t_m - характерное время смешения, определяемое из условия достижения необходимого качества конечного продукта [1].

Подставляя (1) в (2), получим

$$\frac{dN}{dV} = \frac{\tau}{t_m}\frac{dU}{dr} = \frac{\tau\gamma}{t_m}, \tag{3}$$

где: γ - деформация сдвига:

$$\gamma = \frac{dU}{dr} \tag{4}$$

Для расчета мощности по формуле (3) необходимо знание реологических характеристик среды в виде реологического уравнения для аномальной вязкости η [2]:

$$\eta = \mu_0 \left(\frac{1}{2} I_2\right)^{\frac{1-1/n}{2}}, \tag{5}$$

где: I_2 - квадратичный инвариант, вычисляемый при известной структуре потоков в объеме смесителя:

$$I_2 = 2\left[\left(\frac{\partial u_x}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u_y}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial u_z}{\partial z}\right)^2\right] + \left(\frac{\partial u_y}{\partial x} + \frac{\partial u_x}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial u_z}{\partial y} + \frac{\partial u_y}{\partial z}\right)^2 + \left(\frac{\partial u_x}{\partial z} + \frac{\partial u_z}{\partial x}\right)^2 \tag{6}$$

Для упрощенного расчета можно воспользоваться обобщенным законом Ньютона в форме [2]:

$$\tau = \mu_0 \left(\frac{d\gamma}{dt}\right)^{1/n}. \tag{7}$$

Используем оценку $\frac{d\gamma}{dt} \approx \frac{\gamma}{t_m}$. Тогда получаем:

$$\frac{dN}{dV} = \mu_0 \left(\frac{\gamma}{t_m} \right)^{1+\frac{1}{n}}. \tag{8}$$

Отсюда находим составляющую мощности, потребляемой на перемешивание ингредиентов смеси:

$$N_m = \mu_0 \int_V \left(\frac{\gamma}{t_m} \right)^{1+\frac{1}{n}} dv. \tag{9}$$

При постоянной скорости сдвига выражение (9) приобретает вид:

$$N_m = \mu_0 V \left(\frac{\gamma}{t_m} \right)^{1+\frac{1}{n}}, \tag{10}$$

где: V - объем смесителя.

Составляющая удельной мощности, обусловленной диспергированием частиц смеси, определяется величиной образующейся новой поверхности дисперсии. При этом образование новой поверхности происходит под воздействием как деформации сдвига, так и деформации растяжения.

В общем случае можно записать

$$\Delta S = \Delta S_\tau + \Delta S_n, \tag{11}$$

где: ΔS_τ - составляющая увеличения поверхности при диспергировании, обусловленная деформацией сдвига;

ΔS_n - составляющая увеличения поверхности при диспергировании, обусловленная деформацией растяжения.

Каждую из этих составляющих можно определить при известной ориентации первоначальной поверхности раздела основных перемешиваемых ингредиентов по формуле [4]:

$$\Delta S_\tau = \iint_S \sqrt{\left[1 - 2\frac{\partial U_x}{\partial x} \cos\alpha_x \cos\alpha_y + \left(\frac{\partial U_x}{\partial y} \right)^2 \cos^2 \alpha_x \right]} \frac{dydz}{\cos\alpha_x}, \tag{12}$$

где: $\cos\alpha_x$, $\cos\alpha_y$ - косинусы направляющих векторов поверхности раздела ингредиентов.

$$\Delta S_n = S_0 \sqrt{\frac{\cos^2 \alpha_x}{(\partial U_x / \partial x)^2} + \frac{\cos^2 \alpha_y}{(\partial U_y / \partial y)^2} + \frac{\cos^2 \alpha_z}{(\partial U_z / \partial z)^2}}, \tag{13}$$

где: S_0 - начальное значение величины поверхности раздела смешиваемых ингредиентов.

Результаты и обсуждения

Можно показать на основании результатов [4], что при достаточно большой деформации сдвига можно использовать упрощенный подход и рассчитывать изменение поверхности раздела при диспергирующем смешении при известной деформации сдвига по формуле:

$$\Delta S = S_0\left(\frac{\gamma}{3} - 1\right). \tag{14}$$

Таким образом, составляющую мощности, обусловленную диспергированием при перемешивании можно рассчитать из соотношения:

$$N_d = \frac{\sigma \Delta S}{t_m}, \tag{15}$$

Полная мощность, потребляемая при диспергирующем перемешивании, выражается в итоге следующим образом:

$$N = N_m + N_d. \tag{16}$$

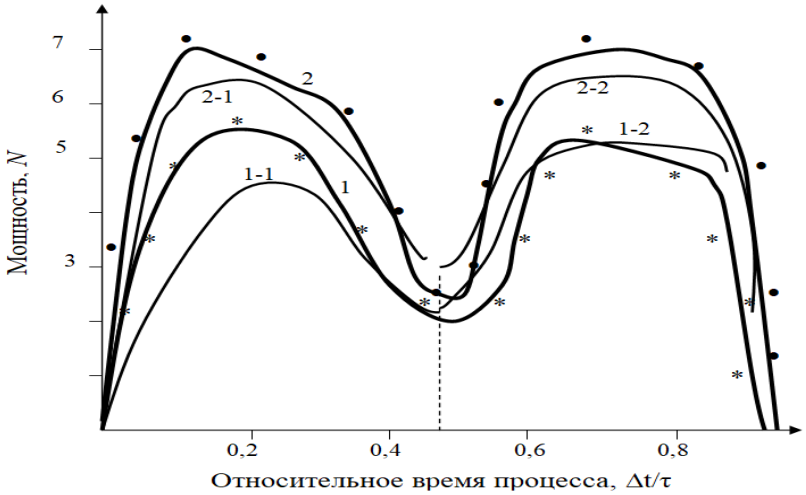


Рис. 1. Динамика удельной мощности на диспергирующее перемешивание:
1, 2- экспериментальные кривые для каучуков 1 и 2 соответственно; 1-1, 1-2- расчетные кривые для каучука 1 на первой и второй стадиях перемешивания; 2-1, 2-2- расчетные кривые для каучука 2 на первой и второй стадиях перемешивания.

На рисунке 1 представлены результаты сопоставления экспериментальных и расчетных удельных мощностей диспергирующего перемешивания резиновых смесей на основе каучуков 1 и 2 в течение цикла перемешивания. На рисунке 1 представлены результаты сопоставления экспериментальных и расчетных удельных мощностей диспергирующего перемешивания резиновых смесей на основе каучуков 1 и 2 в течение цикла перемешивания.

Из графиков видно, что первая стадия, а именно процесс диспергирования, характеризовалась более высокими удельными энергозатратами, чем можно было прогнозировать на основании расчета. Особенно это заметно для более вязкого каучука (кривая 1).

Для более хрупкого каучука экспериментально наблюдали специфический пик мощности приблизительно через 0,1 времени первой стадии перемешивания. Однако, в целом результаты сопоставления экспериментальных и расчетных значений для каучуков 2 показывают дают погрешность порядка 15%.

Выводы

Проведенные эксперименты наглядно демонстрируют изменение эффективного коэффициента диффузии при перемешивании от времени и то обстоятельство, что это изменение хорошо описывается с помощью фрактально-диффузионной модели [6-8].

Таким образом, выделены основные факторы, определяющие расход энергии на осуществление диспергирующего смешения ингредиентов резиновых смесей. Сопоставление с

известными литературными данными [1], а также наши собственные исследования [5] показывают, что предложенная методика дает качественно верные результаты. Для детального сопоставления и введения поправочных коэффициентов необходимо иметь данные о реологических характеристиках смесей.

Результаты проведенных исследований убедительно, на наш взгляд, подтверждают адекватность принятой диффузионно-фрактальной модели диспергирующего перемешивания и позволяют рекомендовать ее для расчета дисперсного состава резиновых смесей.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Минигалиев Т.Б., Дорожкин. В.П. Технология резиновых изделий: учебное пособие. – Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2009. – 236 с.

[2] Пичугин А.М. Материаловедческие аспекты шинных резин. - М.: Научное издание, 2008. – 383 с.

[3] Куперман Ф. Е. Новые каучуки для шин. – М.: Альянс Пресс, 2005. -329 с.

[4] Дик Дж. С. Технология резины: Рецептуростроение и испытания. - СПб.: Научные основы и технологии, 2010. — 620 с.

[5] Суйгенбаева А.Ж., Сабырханов Д.С., Сакибаева С.А. Синтез блоксополимеров на основе эпоксикслитановых смол и использование их в эластомерных композициях // Поиск. - 2004. - №1. - С. 228-232.

[6] Суйгенбаева А.Ж., Сабырханов Д.С., Сакибаева С.А., Джанмулдаева Ж.К., Сейтмагзимова Г.М. Основные методы расчета процесса диспергирующего перемешивания ингредиентов резиновых смесей // Материалы международной научно-практической конференции «Индустриально-инновационное развитие – основа устойчивой экономики Казахстана». – Шымкент, 2006. –Т. 2. - С. 244-246.

[7] Суйгенбаева А.Ж., Сабырханов Д.С., Сакибаева С.А. Закономерности процесса диспергирующего перемешивания ингредиентов резиновых смесей // Наука и образование Южного Казахстана. - 2006. - № 4(53). - С.97-99.

[8] Суйгенбаева А.Ж., Сабырханов Д.С., Сакибаева С.А. Анализ и решение уравнения диспергирующего перемешивания ингредиентов резиновых смесей // Наука и образование Южного Казахстана. - 2006. № 4 (53). - С.100-102.

Суйгенбаева А., Сакибаева С., Абдуразова П., Кошкарбаева Ш., Жунисбекова Д.

Резеңке қоспаларды ыдырату үрдісінің қуатын есептеу әдістемесі

Түйіндеме. Мақалада резеңке қоспаларды ыдырату үрдісінің қуатын есептеу әдістемесі ұсынылады. Резеңке қоспаларының ингредиенттерін араластыру үрдісінде тұтынылатын қуатты есептеу араластырғыштарды инженерлік есептеудің негізгі кезеңдерінің бірі болып табылады. Бұл жұмыста күрделі үрдіс туралы қазіргі заманғы ұғымдарға негізделген осы көрсеткішті есептеу әдістемесі ұсынылады.

Жүргізілген зерттеу дисперсті араластырудың қабылданған диффузиялық-фракталды моделінің барабарлығын растайды және оны резеңке қоспалардың дисперсті құрамын есептеу үшін ұсынуға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: қуат, резеңке қоспасы, резеңке, араластыру, вулканизация.

УДК 681.5

D.Kh. Tukymbekov, A.K. Saymbetov, M.K. Nurgaliyev, N.B. Kuttybay, B.M. Omarali, G.B. Dosymbetova
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: didar.tuk@gmail.com)

MODELING THE CONSUMPTION OF AN INTELLIGENT AUTONOMOUS STREET LIGHTING SYSTEM IN VARIOUS WEATHER CONDITIONS

Abstract. This paper considers a model of energy consumption and a simulation of an autonomous intelligent street lighting system. The proposed system consists of lampposts, which are divided into groups in order to increase the efficiency of energy distribution between the pillars and improve the optimal operation of the controller for controlling elements. The controller, under various weather scenarios, uses the best calculation algorithm to increase the stability and operating time of the entire system. Modeling of energy consumption contributes to predicting the viability

of the system for different times of the day and season of the year with a known input power of solar cells in various weather conditions.

Key words: street lighting system, photovoltaic module, energy consumption modeling, weather conditions.

Д.Х. Тукымбеков, А.К. Саймбетов, М.К. Нұрғалиев, Н.Б. Құттыбай, Б.М. Омарали, Г.Б. Досымбетова
(Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан
Email: didar.tuk@gmail.com)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ

Аннотация. В статье предложена модель потребления энергии и симуляция автономной интеллектуальной системы уличного освещения. Рассматриваемая система состоит из фонарных столбов, которые поделены на группы с целью повышения эффективности распределения энергии между столбами и улучшить оптимальную работу контроллера для управления элементами. Контроллер при различных сценариях погодных условий применяет наилучший алгоритм расчета для повышения стабильности и времени работы всей системы. Моделирование потребления энергии способствует предсказанию жизнеспособности системы для разного времени суток и сезона года при известной входной мощности солнечных батарей в различных погодных условиях.

Ключевые слова: система уличного освещения, фотоэлектрический модуль, моделирование потребления энергии, погодные условия.

Введение

Система уличного освещения является важнейшей частью муниципального комплекса, которая обеспечивает освещенностью весь город и предотвращает преступность во всех районах города в ночное время. Также уличное освещение способствует движению транспорта и обеспечивает комфортную ночную активность горожан [1-2]. Ежегодно в этом направлении развивается идея умных городов для снижения энергопотребления и затрат на систему уличного освещения, так как уличные осветительные фонари имеют очень высокое энергопотребление [3]. В дополнение к потреблению электроэнергии, обычные столбы уличного освещения являются причиной выброса миллионов тонн CO_2 в атмосферу [4]. Для решения этой масштабной проблемы было предложено множество идей и планов по минимизации, облегчению и повышению энергоэффективности системы уличного освещения [5-10]. Например, система Talisman управляет сетью уличных фонарных столбов, используя датчики движения и контроллер для интенсивности ламп [11]. Идея состоит в том, что при движении объекта вдоль дороги, интенсивность осветительных ламп увеличивается, создавая комфортные условия для движения. А отдаляясь от столбов, интенсивность ламп уменьшается. Такое решение экономит до 50-90% энергии (в зависимости от движения на дороге), в сравнении с обычной системой освещения. Еще одним способом экономии энергии системы уличного освещения является использование светодиодных ламп, что дает большую эффективность, чем старые газовые лампы. Исследования в этом направлении показали, что применение светодиодов вместо газовых ламп дает до 50% годовой экономии энергии при различных сценариях затемнения [12]. Большинство работ по этой теме направлены на модернизацию существующей системы уличного освещения, которая питается от сети центральной электрической станции или статической солнечной станции, которая может работать гибридно с сетевой. Особенностью данной работы является использование солнечных трекеров для каждого фонарного столба для автономности системы и группировка столбов для эффективного распределения энергии и оптимального управления датчиками. Конструкция и механизм солнечного трекера, а также расчет энергопотребления и КПД представлены в работах [13-15]. Также, в данной работе предлагается модель потребления энергии автономной системы уличного освещения, с помощью которой предсказывается время работы системы при различных погодных условиях. Моделирование потребления энергии системы решает вопросы автономности, адаптации и минимизации энергопотребления фонарных столбов в ночное время.

1. Структура автономной интеллектуальной системы уличного освещения

1.1. Концепция автономной системы уличного освещения

Предлагаемая автономная система уличного освещения имеет структуру сгруппированных фонарных столбов, которые оснащены необходимыми сенсорными датчиками и связаны между собой приемо-передающими устройствами ZigBee для обмена данными. Фонарные столбы поделены на группы из трех соединенных в общую электрическую схему устройств. Сгруппированные фонарные столбы питают один общий аккумуляторный блок и имеют один управляющий контроллер, который получает данные со всех датчиков и отправляет информацию в центр управления для дальнейшей обработки. Данное решение способствует эффективному распределению нагрузки между фонарными столбами и помогает более легко управлять контроллеру сенсорными данными.

При такой логике можно сократить затраты на элементы системы, оптимально и одинаково распределить полученную энергию на лампы, а также быстро внедрить систему в эксплуатацию.

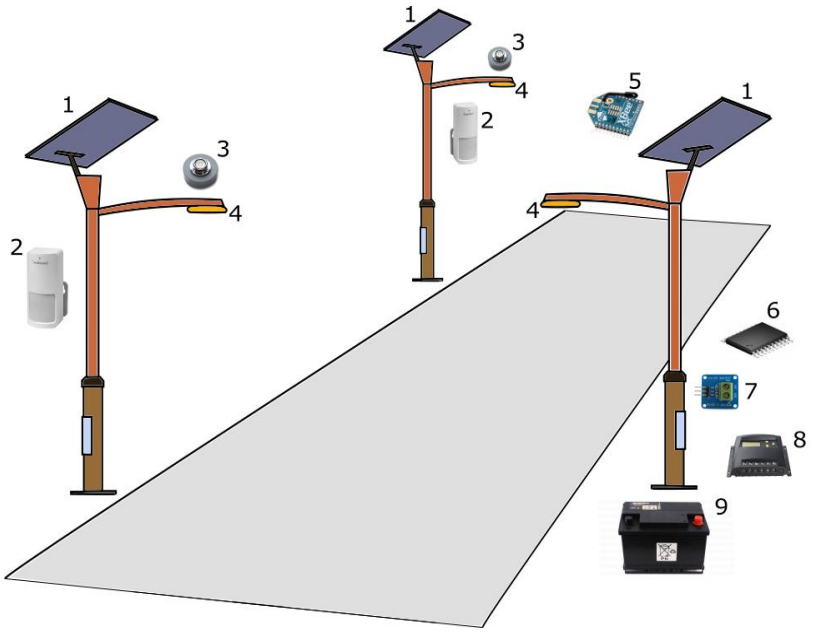


Рис. 1. Элементы автономной системы уличного освещения

Схема элементов автономной системы уличного освещения представлена на рисунке 1. Основной фонарный столб, в отличие от соседних, оснащен приемо-передающим модулем ZigBee и микроконтроллером (MCU). Контроллер получает данные от датчиков тока и напряжения с солнечных панелей о генерируемой мощности. Данный блок также оснащен датчиками освещенности и движения для активации ламп в ночное время и при обнаружении движения в диапазоне чувствительности датчиков.

1.2. Электронная блок-схема

Электронная блок-схема автономной системы уличного освещения представлена на рисунке 2. Электронная блок-схема представляет собой контроллер (MCU), получающий данные от датчиков S1, S2, S3, освещенности, движения и мощности электрического тока. Датчик мощности электрического тока соединен с солнечными панелями (PV1, PV2, PV3) мощностью 60 Вт. На каждом фонарном столбе установлено по одной солнечной батарее. Датчик мощности необходим для определения входной мощности контроллера батареи (Bat.) и уровня заряда батареи. Блок Tx - приемопередающее устройство необходимое для связи с маршрутизатором сети. Приемопередатчик представляет собой оконечное устройство XBee 3.0. Лампы L1, L2, L3, мощностью 20 Вт, подключены к контроллеру через реле (Rel.).

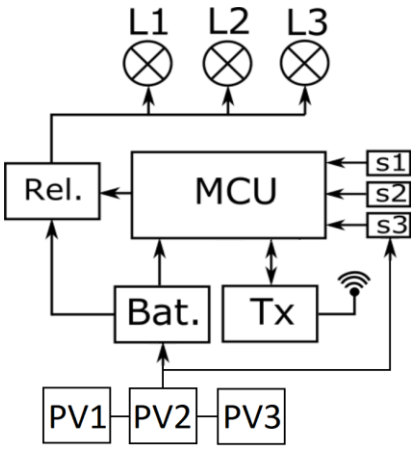


Рис. 2. Электронная блок-схема сгруппированных фонарных столбов

2. Режимы работы системы

2.1. Модель потребления сгруппированных фонарных столбов

Для практического использования системы, а также для прогнозирования работы системы необходимо построить математическую модель потребления группы, состоящей из трех фонарных столбов, управляемых одним электронным блоком.

Для определения энергопотребления системы используем следующую модель:

$$E = E_0 - (P_{\text{день}} t_{\text{день}} + P_{\text{ночь}} t_{\text{ночь}}) \quad (1)$$

где E - потребление энергии в сутки, E_0- первоначальное количество энергии в аккумуляторах, $P_{\text{день}}$ - потребление фонарных столбов в течение дня, $P_{\text{ночь}}$ - потребление фонарных столбов в течение ночи, $t_{\text{день}}$ - длительность дня, $t_{\text{ночь}}$ - длительность ночи. Потребление в течение дня складывается из потребления контроллера и датчиков, радиомодулей, а также потребления шаговых моторов солнечного трекера. Потребление в ночное время, в свою очередь складывается главным образом из потребления осветительных ламп. Наиболее важной частью, определяющей эффективность всей системы является именно данная часть. В формуле (1) указаны следующие переменные:

$$E_0 = nC_0U_0 \quad (2)$$

$$P_{\text{день}} = P_{MCU1} + P_{MCU2} + P_{TX} + P_M + P_S \quad (3)$$

$$P_{\text{ночь}} = P_{MCU1} + P_{MCU2} + (k_1P_{L1} + k_2P_{L2} + k_3P_{L3}) + P_{TX} + P_S \quad (4)$$

$$t_{\text{день}} = t_{MCU1} + t_{MCU2} + t_{TX} + t_M + t_S \quad (5)$$

$$t_{\text{ночь}} = t_{MCU1} + t_{MCU2} + (t_{L1} + t_{L2} + t_{L3}) + t_{TX} + t_S \quad (6)$$

где C_0 - емкость одного аккумулятора, U_0 - номинальное напряжение аккумулятора, n - количество аккумуляторов, P_{MCU1} - мощность микроконтроллера в активном режиме, P_{MCU2} - мощность микроконтроллера в спящем режиме, P_{TX} - мощность приемо-передающих модулей, P_M - мощность шаговых моторов солнечного трекера, P_S- мощность сенсорных датчиков, P_{L1} - мощность осветительной лампы 1, P_{L2} - мощность осветительной лампы 2, P_{L3} - мощность осветительной лампы 3, k_1- интенсивность лампы 1, k_2- интенсивность лампы 2, k_3- интенсивность лампы 3, t_{MCU1}- время работы микроконтроллера в активном режиме, t_{MCU2} - время работы микроконтроллера в спящем режиме, t_{TX} - время работы радиопередающих модулей, t_M - время работы шаговых моторов солнечного трекера, t_S- время работы сенсорных датчиков, t_{L1} - ночное время работы осветительной лампы 1, t_{L2} - ночное время работы осветительной лампы 2, t_{L3} - ночное время работы осветительной лампы 3.

2.2. Симуляция модели потребления фонарных столбов при различных погодных условиях

В данной модели была учтена зависимость генерируемой энергии солнечными панелями в зависимости от погодных условий. К примеру, в ясный солнечный день можно получить в 20 раз больше энергий чем в облачный неясный день.

Для симуляции моделирования были выбраны 5 различных погодных условий: солнечно, облачно, туман, дождь и частично облачная погода.

Для получения данных генерации солнечной энергии, времени работы контроллера, мотора, радиомодулей и других устройств были проведены соответствующие измерительные работы. Данные в приведены в таблице 1. Полученные значения были использованы в формулах (1)-(6). Время работы контроллера, радиомодулей, датчиков и шаговых моторов были переведены в часы для удобства расчета.

Таблица 1. **Входные данные для симуляции модели**

Входные данные	Значения
Мощность микроконтроллера в активном режиме	200 мВт
Мощность микроконтроллера в спящем режиме	13 мВт
Мощность приемо-передающих модулей	6 мВт
Мощность шаговых моторов солнечного трекера	600 мВт
Мощность сенсорных датчиков	1 мВт
Мощность одной осветительной лампы	20 Вт
Энергия получаемая с одной солнечной панели 60 Вт в ясный солнечный день	309 Вт
Энергия получаемая с одной солнечной панели 60 Вт в облачную погоду	14 Вт
Энергия получаемая с одной солнечной панели 60 Вт в туманный день	50 Вт
Энергия получаемая с одной солнечной панели 60 Вт в дождливую погоду	12 Вт
Энергия получаемая с одной солнечной панели 60 Вт в частично облачную погоду	200 Вт
Количество аккумуляторов	4
Емкость одного аккумулятора	38 Ач
Номинальное напряжение аккумулятора-	12 В
Время работы микроконтроллера в активном режиме	864/3600 ч
Время работы микроконтроллера в спящем режиме	85536/3600 ч
Время работы радиопередающих модулей	192/3600 ч
Время работы шаговых моторов солнечного трекера	480/3600 ч
Время работы сенсорных датчиков	192/3600 ч
Время работы осветительных ламп	8 ч

Схема алгоритма расчета потребления энергии представлена на рисунке 3. В начале алгоритма идет ввод переменных, которые указаны в таблице 1. Далее определяется погодные условия на сегодняшний день. В зависимости от погодных условий определяется входная поступающая энергия

с солнечных панелей. Поступающая энергия заряжает аккумуляторных блок, емкость которого не должна превышать значение E_0. После определения энергии в аккумуляторном блоке, необходимо подобрать интенсивность осветительных ламп для эффективной работы в последующую ночь. Яркость ламп зависит от оставшейся энергии в аккумуляторном блоке, например, если энергия больше 2/3 части E_0, то коэффициент k равен 90-100% интенсивности. Если энергия больше 1/2 части E_0 и меньше 2/3 E_0, то интенсивность осветительных ламп равна 60-90%. Также ставится условие, если энергия аккумуляторного блока больше 1/3 части E_0 и меньше 1/2 E_0, то яркость ламп подбирается в диапазоне 40-60%. Конечное условие, где энергия меньше 1/3 E_0, наименее энергозатратное. В данном режиме фонарные столбы потребляют минимальное допустимое количество энергии при яркости ламп 20-40%.

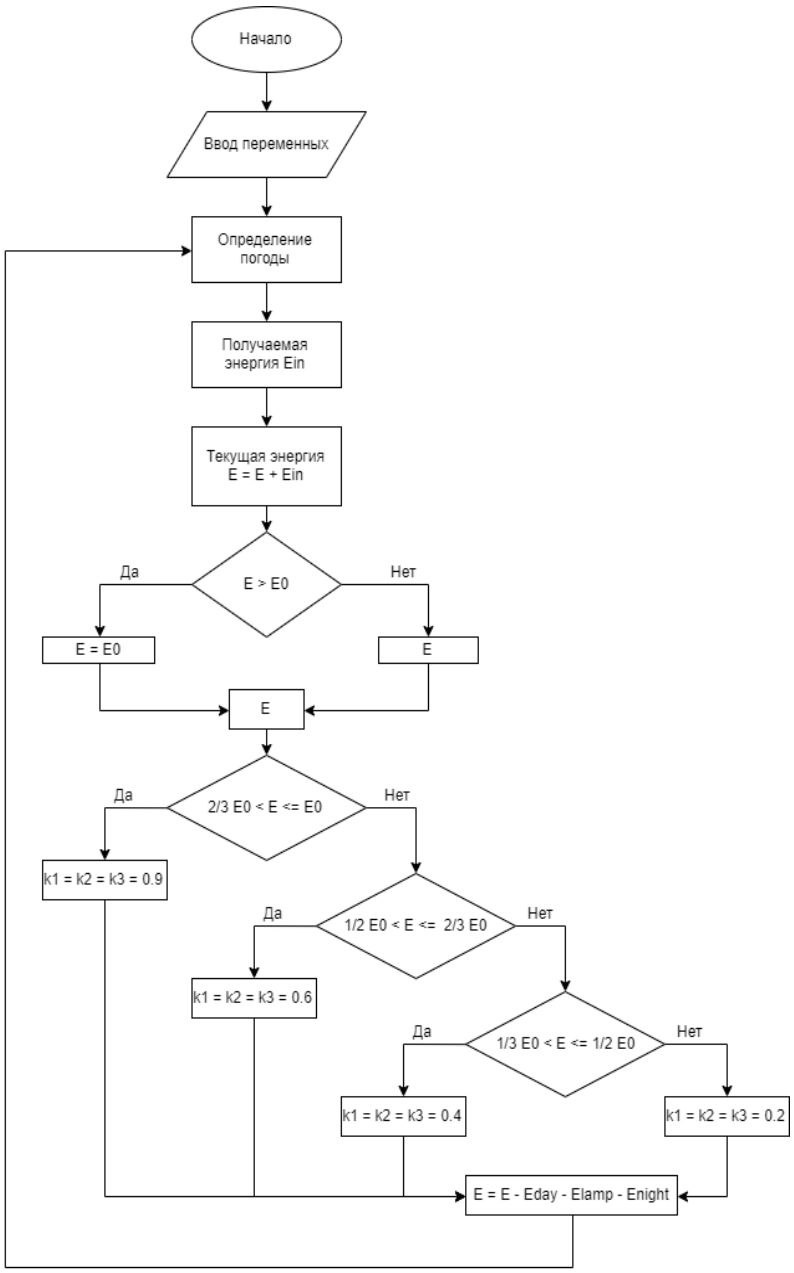


Рис. 3. Алгоритм программы кода расчета потребления энергии фонарных столбов

На рисунке 4 приведены результаты симуляции потребления устройства для 10 дней со случайными погодными условиями. Как видно из графиков, алгоритм работы позволяет системе стабильно работать в течение 10 дней.

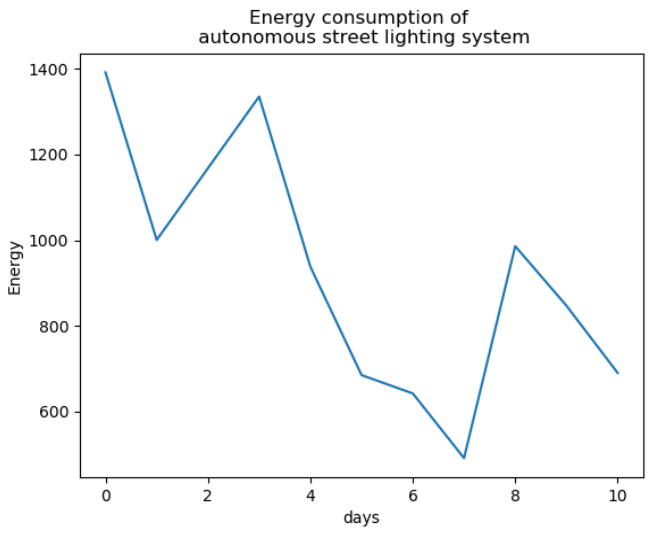


Рис. 4. Потребление энергии системы в течение 10 дней

На рисунке 5 показаны результаты симуляции потребления для одного месяца, полугода, года и десяти лет. Как видно из полученных графиков, количество энергии не опускается ниже нуля.

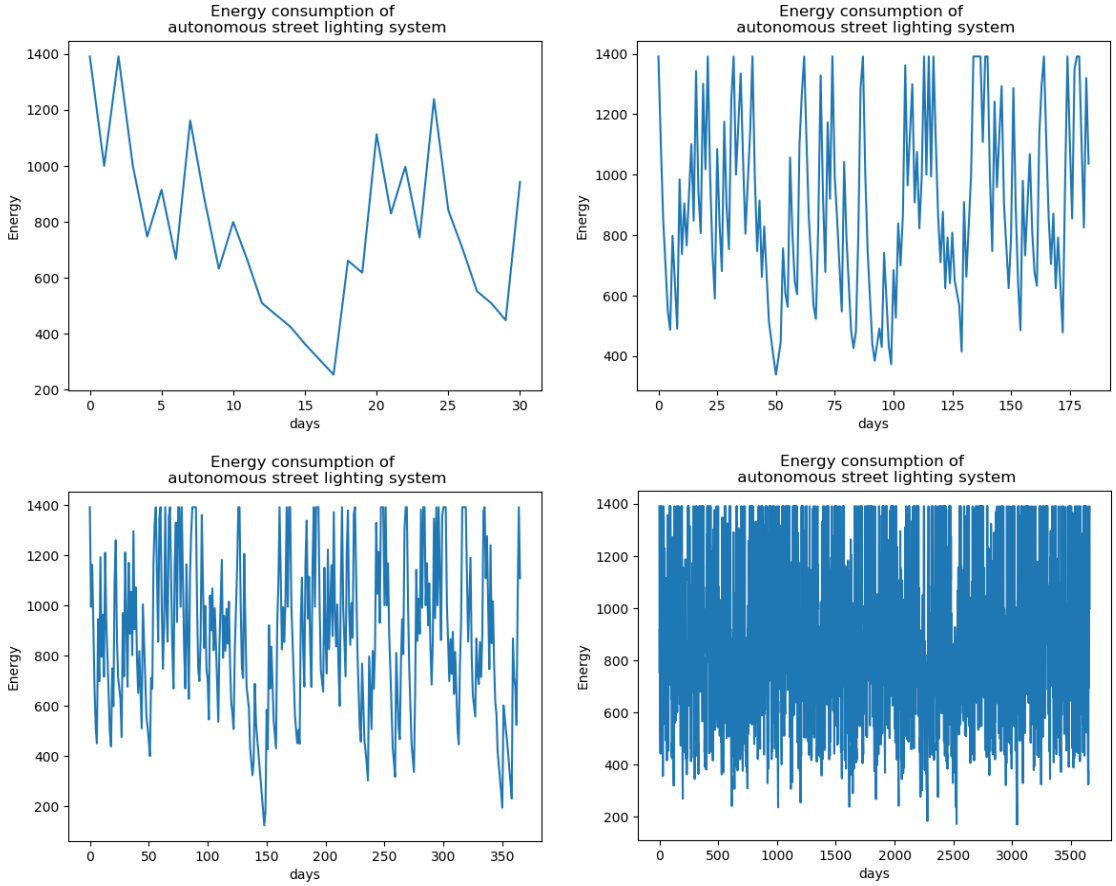


Рис. 5. Потребление энергии системы в течение одного месяца, полугода, года и десяти лет.

Заключение

В настоящей работе была рассмотрена интеллектуальная система уличного освещения. Особенностью данной системы является разделение всех столбов на группы для повышения эффективности всей системы, а также регулирования яркости осветительных ламп. В данной работе

предложена модель потребления системы уличного освещения. Данная модель учитывает входную мощность солнечных батарей в различных погодных условиях, а также возможность изменения яркости осветительных ламп в ночное время суток в зависимости от плотности потока прохожих или транспорта. Используя математическую модель потребления системы была произведена симуляция энергопотребления при случайных погодных условиях для 10 дней, месяца, полугода, года и десяти лет.

Полученные результаты могут использованы при развертывании и планировании автономной интеллектуальной системы уличного освещения.

Благодарность

Работа выполнена при финансовой поддержке исследовательского проекта AP05132464 Министерства образования и науки Республики Казахстан и выполнена в Научно-исследовательском институте математики и механики Казахского национального университета им. Аль-Фараби, что с благодарностью признано авторами.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Pease K. A review of street lighting evaluations: crime reduction effects. In:Surveillance of public space: CCTV, street lighting and crime prevention, vol. 10; pp. 47–76. 1999.

[2] Wanvik PO. Effects of road lighting: an analysis based on dutch accident statistics 1987–2006. Accid Anal Prevent 41(1):123–8. 2009.

[3] Reusel, K.V. A look ahead at energy-efficient electricity applications in a modern world. In Proceedings of the European Conference on Thermoelectrics, Bergen, Norway, 16–20 June 2008.

[4] International Energy Agency. Light’s labour’s lost: policies for energy-efficient lighting. France: IEA; 2006

[5] Leccese, Fabio. "Remote-control system of high efficiency and intelligent street lighting using a ZigBee network of devices and sensors." IEEE transactions on power delivery 28.1 (2013): 21-28.

[6] Pantoni, Rodrigo, and Dennis Brandão. "A confirmation-based geocast routing algorithm for street lighting systems." Computers & Electrical Engineering 37.6 (2011): 1147-1159.

[7] Shahzad, G., Yang, H., Ahmad, A. W., & Lee, C. (2016). Energy-efficient intelligent street lighting system using traffic-adaptive control. IEEE Sensors Journal, 16(13), 5397-5405.

[8] Chiu, Huang-Jen, et al. "Design and implementation of a photovoltaic high-intensity-discharge street lighting system." IEEE Transactions on Power Electronics 26.12 (2011): 3464-3471.

[9] De Paz, Juan F., et al. "Intelligent system for lighting control in smart cities." Information Sciences 372 (2016): 241-255.

[10] Saymbetov, A. K., Nurgaliyev, M. K., Nalibayev, Y. D., Kuttybay, N. B., Svanbayev, Y. A., Dosymbetova, G. B., & Gaziz, K. A. Intelligent Energy Efficient Wireless Communacation System for Street Lighting. In 2018 International Conference on Computing and Network Communications (CoCoNet) (pp. 18-22). IEEE. (2018, August).

[11] Sei Ping Lau, Geoff V. Merrett, Alex S. Weddell, Neil M. White. A traffic-aware street lighting scheme for Smart Cities using autonomous networked sensors. Computers and Electrical Engineering, 45 (2015) 192-207.

[12] Andrej Djuretic, Miomir Kostic. Actual energy savings when replacing high-pressure sodium with LED luminaires in street lighting. Energy, 157 (2018) 367-378

[13] Saymbetov, A. K., et al., "Method for Increasing the Efficiency of a Biaxial Solar Tracker with Exact Solar Orientation", Applied Solar Energy, vol. 54, no. 2, pp. 126-130, 2018.

[14] Kuttybay N.B., et al., "An automated intelligent solar tracking control system with adaptive algorithm for different weather conditions", 2019 IEEE International Conference on Automatic Control and Intelligent Systems (I2CACIS 2019). IEEE 2019.

[15] Saymbetov, A. K., et al., "Development of autonomous photovoltaic systems with small power", Bulletin of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan, vol. 1, no. 371, pp. 68-72, 2018.

Тукымбеков Д.Х., Саймбетов А.К., Нұрғалиев М.К., Құттыбай Н.Б., Омарали Б.М., Досымбетова Г.Б.

Әртүрлі ауа-райы жағдайларында автономды интеллектуалды көше жарықтандыру жүйесін модельдеу

Түйіндеме. Бұл мақалада автономды интеллектуалды көше жарықтандыру жүйесінің энергияны тұтыну моделі және симуляциясы ұсынылған. Қарастырылып отырған жүйе бағаналары энергияны бөлудің тиімділігін арттыру және басқару элементтеріне арналған контроллердің оңтайлы жұмысын жақсарту мақсатында үш-үштен топтарға бөлінген. Контроллер әртүрлі ауа-райы жағдайларында бүкіл жүйенің тұрақтылығы мен жұмыс уақытын арттыру үшін ең қолайлы есептеу алгоритмін қолданады. Әр түрлі ауа-райы жағдайларында энергияны тұтынуды модельдеу жүйенің өміршеңдігін күн мен маусымның әртүрлі уақыттарына сай болжауға көмектеседі.

Түйінді сөздер: көшелерді жарықтандыру жүйесі, фотоэлектрлік модуль, энергия тұтынуды модельдеу, ауа-райы.

УДК 004.8

D. Chikibayeva, N. Yeren, A. Abzhalilova
([1]Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty
dashachikibaeva@gmail.com)

DEVELOPMENT OF THE REAL TIME FACE RECOGNITION SYSTEM

Abstract. Automatic face detection performed by the convolutional neural network that contains layer groups, the first, second and third groups contain the convolutional layer, a layer of a grouping of signs by function extracting the maximum and a layer of activation elements using parametric linear function. The fourth layer group contains a convolutional layer and an element activation layer using a parametric linear function.

The purpose of this work is to recognize faces from photos and video streams in real time. Our system uses a three-stage cascade architecture of deep convolutional networks to improve detection performance.

Key words: Computer knowledge, knowledge, recognition systems, pattern recognition, video stream segmentation, digital image processing techniques, convolutional neural networks.

Д. Чикибаева, Н. Ерен, А. Абжалилова
([1]Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан
dashachikibaeva@gmail.com)

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Аннотация. Автоматическое распознавание лиц выполняют посредством сверточной нейронной сети, содержащей группы слоев, причем первая, вторая и третья группы содержат сверточный слой, слой группирования признаков по функции извлечения максимума и слой активации элементов при помощи параметрической линейной функции. Четвертая группа слоев содержит сверточный слой и слой активации элементов при помощи параметрической линейной функции.

Целью данной работы является распознавание лиц с фотографии и видеопотока в режиме реального времени. Система использует каскадную архитектуру с тремя ступенями глубокого обучения сверточных сетей для повышения производительности обнаружения.

Ключевые слова: Компьютерное знание, знание, системы распознавания, распознавание образов, сегментация видеопотока, методы обработки цифровых изображений, сверточные нейронные сети.

Введение

Применение системы распознавания лиц находит все большее применение в самых разных сферах начиная от охраны правопорядка, службы безопасности, контрольно-пропускных систем, до организаций фотографий и видео, и сервисов онлайн - знакомств, и среди многих других сфер. Распознавание лиц отличается от обнаружения лиц тем, что целью последнего является не более чем выявление наличия лица на изображении или в видеокадре, а первое предназначено для распознания конкретной личности на изображении или в видеокадре.

В настоящее время имеется ряд вычислительных способов, в том числе классификаторы ближайшего соседа, метод опорных векторов и искусственные нейронные сети (ИНС) и многие другие. Из имеющегося множества методов, особенно хорошие показатели продемонстрировали глубокие сверточные нейронные сети.

Глубокие сверточные нейронные сети привели к ряду прорывов при классификации изображений. Глубокие сети естественным образом интегрируют с низко/средне/высокоуровневыми объектами [1] и классифицируют сквозным многослойным способом, и “уровни” объектов могут быть обогащены по количеству уложенных слоев. На сегодняшний день данные показывают, что глубина сети имеет решающее значение, и сложные результаты по сложным ImageNetdataset все используют “очень глубокие” модели, с глубиной от шестнадцати до тридцати [2-5].

Настоящая работа преследует цель распознавания лиц, участвовавших в эксперименте без ошибок и в режиме реального времени. Результатом является простая архитектура с использованием сверточных нейронных сетей, достигающая современных результатов на всех имеющихся изображениях и людях, участвовавших в эксперименте. Количество данных можно увеличивать по необходимости, в эксперименте участвовали 15 человек. Модель была реализована на языке Python с использованием библиотеки OpenCV.

Этот документ состоит из 3 частей. Первая знакомит с состоянием разработки и связанным с ним фоном обнаружения лица кратко представлены технологии, связанные с этой системой. Подтверждается превосходство сети, которую мы разработали, с помощью множества экспериментов. Во второй раскрывается процесс обучения и процесс тестирования модели, сбор набора данных и модель K-NN. Заключение резюмирует содержание исследования в этой статье.

1. Архитектура

Сверточные нейронные сети [Рисунок 1] имеют обучаемую архитектуру с возможностью извлечения инвариантных функций для ряда задач. Как правило, СНС содержит чередующиеся сверточные слои, нелинейные слои и слои группирования признаков. Каждый слой состоит из элементов или «нейронов», имеющих поддающиеся настройке весовые коэффициенты и смещения. Когда СНС применяются для распознавания изображений, посредством множества слоев небольших наборов нейронов, где каждый набор нейронов обрабатывает часть входного изображения. Затем результаты обработки указанными наборами располагают встык так, чтобы их вводные области частично находили друг на друга, улучшая тем самым представление исходВ процессе работы СНС извлекают локальные признаки каждого изображения с высоким разрешением с последующим объединением их в более сложные признаки при более низких разрешениях. Потерю пространственной информации компенсируют большим числом карт признаков в более высоких слоях.

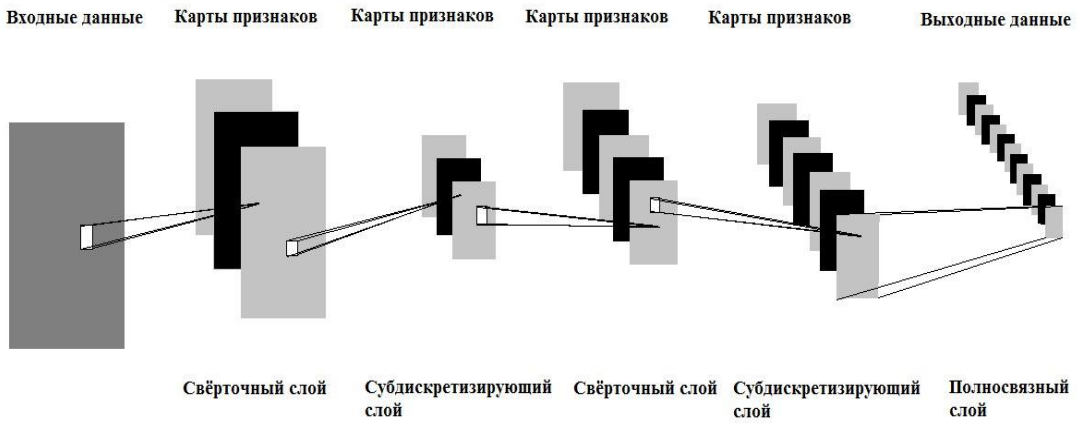


Рис. 1. Типичная архитектура сверточной нейронной сети

Сверточный слой вычисляет скалярное произведение линейного фильтра и нижележащего рецептивного поля с последующей нелинейной функцией активации в каждой локальной части входного изображения. Затем слой нелинейного преобразования осуществляет нормализацию между соседними картами признаков. Слой группирования признаков объединяет локальные окрестности посредством операции усреднения значений нейронов из окрестности или извлечения максимума с целью достижения инвариантности по отношению к небол.Сетевая архитектура, предложенная в данной статье, для распознавания лиц основана на ResNet-34, но с меньшим количеством слоев и уменьшением количества фильтров вдвое. [7]

Ранее исследователями были оценены 18 - слойные и 34-слойные остаточные сети (ResNets). Базовые архитектуры такие же, как и вышеупомянутые простые сети, ожидайте, что к каждой паре фильтров 3×3 добавляется ярлык соединения, как показано на рис. 2 [8].Тонкие кривые обозначают ошибку обучения, а жирные кривые-ошибку валидации центральных культур. На этом графике остаточные сети не имеют дополнительного параметра по сравнению с их обычными аналогами.

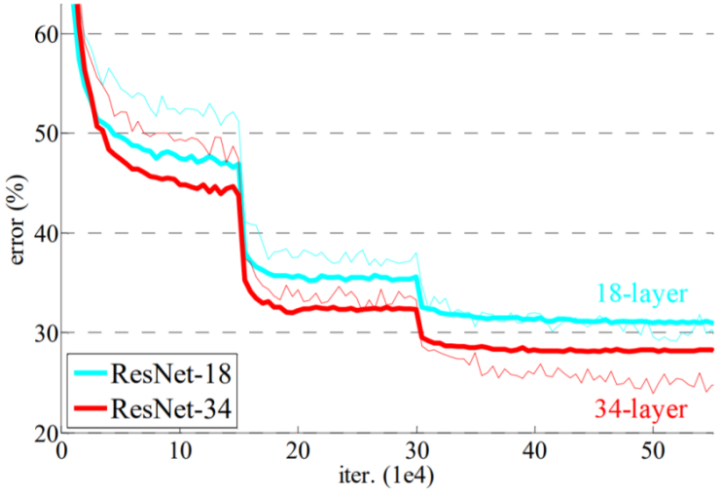


Рис. 2. Обучение на ImageNet. [9]

В первом сравнении (Таблица 1 и рис. 2), используем сопоставление идентификаторов для всех ярлыков и нулевое заполнение для увеличения размеров (вариант А). Таким образом, у них нет дополнительного параметра по сравнению с обычными аналогами. У нас есть два основных наблюдения из таблицы 2 и рис. 3. Во – первых, ситуация обратная с остаточным обучением-34-слойная ResNet лучше, чем 18-слойная ResNet (на 2,8%). Что еще более важно, 34-слойная сеть ResNet демонстрирует значительно меньшую ошибку обучения и обобщается на данные проверки. Это указывает на то, что проблема деградации хорошо решена в этой настройке, и удается получить прирост точности от увеличения глубины [1, 7, 8, 10].

Таблица 1. Top-1 Ошибка при проверке ImageNet.

ResNet	
18 layers	28.54
34 layers	25.03

Наш метод обеспечивает конкурентоспособную точность по сравнению с современными методами, сохраняя при этом производительность в режиме реального времени.

2. Тренировка модели

Общая схема нашего подхода состоит из двух процессов: процесса обучения и процесса тестирования. Процесс обучения вводит тренировочный образ, первоначально изменяем его размер до различных масштабов, чтобы построить пирамиду изображений [11] , которая является входом сверточной нейронной сети и итеративно обучается для получения окончательной сверточной нейронной сети. Процесс тестирования заключается в вводе тестовых изображений в сверточную нейронную сеть, завершенную обучением для получения результатов обнаружения лица. Процесс обнаружения лица показан на рисунке 3:

В эксперименте участвовало 15 человек [Рисунок 4]. Первоначальный набор данных составлял 20 изображений разных размеров на одного человека.

Обучение в сети осуществляется с помощью триплетов. Триплет состоит из 3 уникальных изображений лица - 2 из 3 являются одним и тем же человеком. NN генерирует 128-й вектор для каждого из 3 изображений лица. Для двух изображений лица одного и того же человека мы настраиваем веса нейронной сети, чтобы сделать вектор ближе с помощью метрики расстояния [12].

После обучения модели выявилась необходимость в увеличении набора данных, так как была низкая точность распознавания лиц. В следствии, набор данных был дополнен изображениями одного размера и составлял 500 изображений на одного человека. Изображения были получены путем кадрирования видеопотока. Также возникла проблема распознавания лица при плохом освящении. Она решена путем осветления видеопотока с помощью гамма-коррекции.

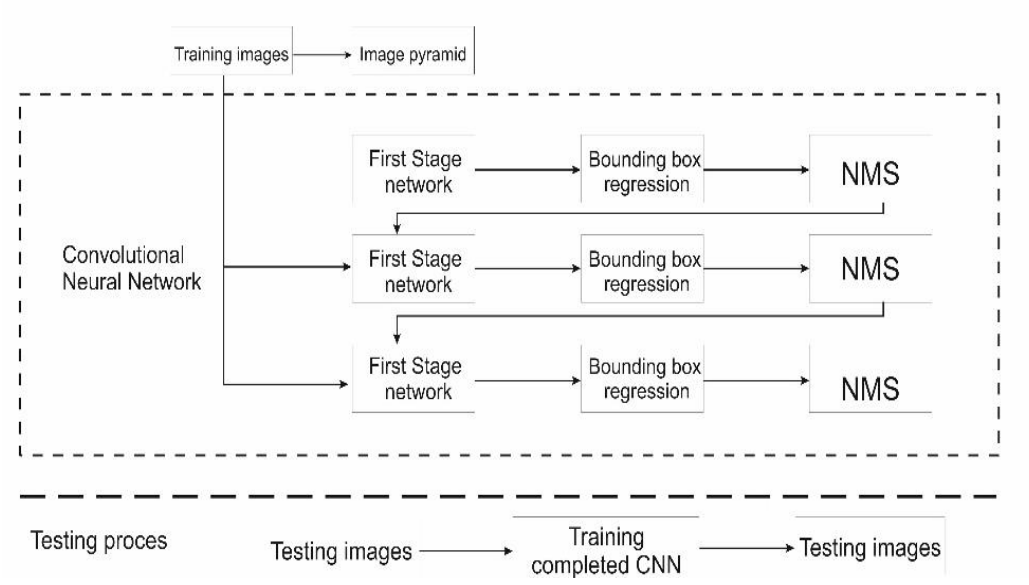


Рис. 3. Процесс распознавания лиц.

Обучили генерации сетей 128 измерений для каждого лица.

Процесс обучения работает, глядя на 3 изображения лица одновременно:

1. Загрузили тренировочное изображение лица известного человека
2. Загрузили другую фотографию того же известного человека
3. Загрузили фотографию совершенно другого человека

Далее алгоритм просматривает измерения, которые он генерирует в настоящее время для каждого из этих трех изображений. Затем алгоритм слегка настраивает нейронную сеть, чтобы убедиться, что измерения, которые алгоритм генерирует для 1 и 2, немного ближе, а также для того, чтобы измерения для 2 и 3 были немного дальше

Повторив этот шаг миллионы раз для миллионов изображений тысяч разных людей, нейронная сеть научится надежно генерировать 128 измерений для каждого человека. Любые десять разных фотографий одного и того же человека должны давать примерно одинаковые измерения [10].

Проект по распознаванию лиц состоит из 4 директорий верхнего уровня:

• набора данных: содержит изображения лиц для шести символов, организованных в подкаталоги на основе их соответствующих имен.

• примеров: имеет три изображения лица для тестирования, которых нет в наборе даннь• вывода: здесь можно хранить обработанные видео с распознаванием лиц.

• видео: входные видео должны храниться в этой папке.

Для данной работы в наборе данных имеется 500 изображений, и поэтому возвращаемый список будет иметь 500 логических значений. Внутренняя функция compare faces вычисляет евклидово расстояние между вложением кандидата и всеми граняЕсли расстояние ниже некоторого допуска (чем меньше допустимое отклонение, тем более строгой будет наша система распознавания лиц), тогда мы возвращаем True, указывая,что лица совпадают [3].

В противном случае, если расстояние превышает порог допуска, возвращаем False, поскольку грани не совпадают, то есть используем модель K-NN для классификации. Алгоритм k-NN классифицирует неизвестные точки данных [11, 13],находя наиболее распространенный класс среди k-ближайших примеров. Каждая точка данных в k ближайших примерах дает право голоса, и выигрывает категория с наибольшим количеством голосов.

Рис. 4. Набор данных

Заключение

В результате данной работы система была обучена для распознавания лиц в режиме реального времени. Для решения проблемы слабой способности к обобщению одиночной структуры и параметров большой сети, была использована каскадная сверточную нейронную сеть, основанная на разделяемой остаточной свёртке, с превосходными характеристиками, как по скорости, так и по точности. В сети используется каскадная структура для генерации кандидатов лица, многослойный сетевой скрининг может эффективно повысить точность позиционирования кандидата. Расширение входного канала для остаточной структуры повышает точность распознавания лиц, отделимая свертка позволяет сети достигать скорости в реальном времени [14].

Достижением эксперимента является то, что представляемый прием имеет преобладание по сравнению с другими методами, которые могут увеличить точность обнаружения лиц и обеспечить производительность в режиме реального времени [15].

Слияние способствует улучшению производительности распознавания лиц, так как разные сети собирают информацию из разных регионов и масштабов для формирования мощного представления лица.

ЛИТЕРАТУРА

[1] M. D. Zeiler and R. Fergus. Visualizing and understanding convolutional neural networks. In ECCV, 2014.

[2] K. Simonyan and A. Zisserman. Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. In ICLR, 2015.

[3] C. Szegedy, W. Liu, Y. Jia, P. Sermanet, S. Reed, D. Anguelov, D. Erhan, V. Vanhoucke, and A. Rabinovich. Going deeper with convolutions. In CVPR, 2015.

[4] K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun. Delving deep into rectifiers: Surpassing human-level performance on imagenet classification. In ICCV, 2015.

[5] S. Ioffe and C. Szegedy. Batch normalization: Accelerating deep network training by reducing internal covariate shift. InICML, 2015.

[6] S. Zhang, X. Zhu, Z. Lei, H. Shi, X. Wang, SZ Li, "FaceBoxes: детекторлица в режиме реального времени с высокой точностью", *Proc. IJCB* , стр. 1-9, октябрь 2017 г.

[7] К. Чжан, З. Чжан, З. Ли, Ю. Цяо, «Совместное обнаружение и выравнивание лица с использованием многозадачных каскадных сверточных сетей», *IEEE SignalProcess. Lett.* том 23, нет 10, с. 1499-1503, октябрь 2016 г.

[8] O. Russakovsky, J. Deng, H. Su, J. Krause, S. Satheesh, S. Ma, Z. Huang, A. Karpathy, A. Khosla, M. Bernstein, et al. Imagenet large scale visual recognition challenge. arXiv:1409.0575, 2014.

[9] He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 770-778).

[10] R. K. Srivastava, K. Greff, and J. Schmidhuber. Highwaynetworks.

[11] Т.Ю. Лин, П. Доллар, Р. Гиршик, К. Хе, Б. Харихаран, С. Белонги, "Особенности пирамидальных сетей для обнаружения объектов", *Учеб. CVPR* , стр. 936-944, июль 2017 г.

[12] P. Sermanet, D. Eigen, X. Zhang, M. Mathieu, R. Fergus, and Y. LeCun. Overfeat: Integrated recognition, localization and detection using convolutional networks. In ICLR, 2014.

[13] S. Zhang, X. Zhu, Z. Lei, H. Shi, X. Wang, SZ Li, "FaceBoxes: детекторлица в режиме реального времени с высокой точностью", *Proc. IJCB* , стр. 1-9, октябрь 2017 г.

[14] B. D. Ripley. Pattern recognition and neural networks. Cambridge university press, 1996.

[15] Y. Jia, E. Shelhamer, J. Donahue, S. Karayev, J. Long, R. Girshick, S. Guadarrama, and T. Darrell. Caffe: Convolutional architecture for fast feature embedding. arXiv:1408.5093, 2014.

Чикибаева Д., Ерен Н., Абжалилова А.

Нақты уақыттағы тұлғаны тану жүйесін құрастыру

Аннотация. Автоматты түрде адам келбетін тану қабаттар тобын, бірінші, екінші және үшінші топтарды қамтитын консолюционды нейрондық желі арқылы, параметрлік сызықтық функцияны қолдана отырып, максималды экстракциялау функциясы мен элементтерді белсендіру қабаты бойынша топтастыру арқылы жүзеге асырылады. Төртінші топтың құрамына параметрлік сызықтық функцияны қолдана отырып, конвульсия қабаты және элементті белсендіру қабаты кіреді. Бұл жұмыстың мақсаты - нақты уақыт режимінде фотосуреттер мен бейнелер ағымындағы тұлғаларды тану. Анықтау жұмысын жақсарту үшін жүйеде үш сатылы тереңдетілген оқулық желілері бар каскадты архитектура қолданылады.

Түйін сөздер: компьютерлік білім, білімдер, тану жүйелері, үлгіні тану, бейне ағынын сегментациялау, суретті сандық өңдеу әдістері, конвульсиялық нейрондық желілер.

УДК 004.5

[1,2]A.A. Astanayeva, [3]B. D. Sharipova, [3]M.K. Zhylkamanova
([1]Institute of Information and Computing Technologies CS MES RK, Kazakhstan
[2]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,
e-mail: astanayeva.ay@gmail.com)

MAIN COMPONENTS AND TOOLS FOR THE DEVELOPMENT OF THE DIGITAL ECOSYSTEM OF THE INTERNET OF THINGS

Abstract. Digital technologies are transforming many industries, almost all without exception. Digitalization and the Internet of Things (IoT) make homes, phones and cars even more “smart”, therefore corporate partners begin to work together to create mutually beneficial and interconnected offers that are proving more useful and valuable than a single product or service of an individual company. These digital ecosystems are often organized by market leaders and are rapidly changing a wide range of industries, such as consumer goods, healthcare, and automotive.

Key words: digital technologies; ecosystem; digital ecosystem; internet of things (IoT); platform.

[1,2]А.Ә. Астанаева, [3]Б. Д. Шарипова, [3]М.Қ. Жылқаманова
([1]Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК,
Алматы, Республика Казахстан,
[2]Казахский национальный университет им. Аль-Фараби,
[3]Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан,
e-mail: astanayeva.ay@gmail.com)

ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ И ИНСТРУМЕНТЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОСИСТЕМЫ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ

Аннотация. Цифровые технологии меняют и трансформируют многие отрасли. Цифровизация и Интернет вещей (IoT) делают дома, телефоны и автомобили все более «умными», поэтому корпоративные партнеры начинают работать вместе, чтобы создавать взаимовыгодные и взаимосвязанные предложения,

которые оказываются более полезными и ценными, чем отдельный продукт или услуга отдельной компании. Эти цифровые экосистемы часто создаются лидерами рынка и быстро меняют широкий спектр отраслей, таких как потребительские товары, здравоохранение и автомобилестроение.

Ключевые слова: цифровые технологии; экосистема; цифровая экосистема; Интернет вещей; платформа.

ВВЕДЕНИЕ. Интернет вещей (IoT) является одной из наиболее широко обсуждаемых сегодня технологических тем и полностью меняет методы ведения бизнеса в некоторых компаниях и создает новые экосистемы, в том числе и цифровые. Цифровая экосистема IoT имеет сложную структуру. Она состоит из сетей сенсоров и «умных устройств», предназначенных для подключения пользовательских и промышленных объектов, чтобы сделать их более «интеллектуальными» и улучшить их взаимодействие как с человеком, так и между собой. Цифровая экосистема включает все компоненты, которые позволяют связать корпоративные, государственные и пользовательские системы с их IoT-устройствами, – пульты и панели управления, сети, шлюзы, аналитику, хранение и защиту данных.

Под понятием цифровой экосистемы понимают распределенную, адаптивную, открытую социально-техническую систему со свойствами самоорганизации и устойчивости, основанной на природных экосистемах. [1]

С появлением цифровизации принципы, которые влияли на развитие вертикально интегрированных организаций, больше не применяются. Цифровые технологии позволили снизить операционные издержки (затраты на поиск продуктов или услуг через третьих лиц), что делает работу с партнерами более практичной и рентабельной. И не только более практичный, но и единственный способ идти в ногу со временем новых открытий, обеспечиваемых цифровыми технологиями. Действительно, исследования McKinsey показывают, что компании с экосистемным подходом получают более высокие доходы, чем те, которые не имеют. Эти данные свидетельствуют о том, что появление цифровых экосистем свидетельствует о снижении значимости цепочек добавленной стоимости и в то же время о возрастающей важности цифровых экосистем (Рис.1).

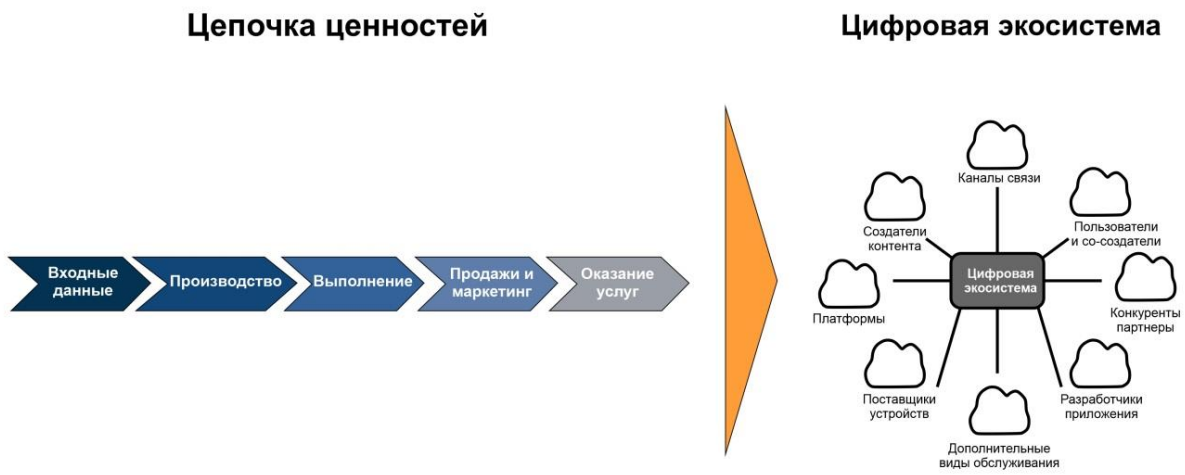


Рис. 1. Переход от цепочки ценностей к ценностям экосистем

Важно отметить, что экосистема - это больше, чем набор партнерских отношений. Это сеть независимых участников, которые тесно взаимодействуют, чтобы создать взаимную ценность. Это создает взаимозависимость среди партнеров в экосистеме. Это означает, что все партнеры имеют одинаковую судьбу - отдельные партнеры будут успешны, только если будет сама экосистема. [2]

Переход к экосистемному мышлению не прост. Это предполагает совершенно новый набор процессов и навыков. Однако существует систематический подход к решению проблемы. Как показано на рис. 2, есть три основных компонента, которые составляют успешную цифровую экосистему IoT: это платформа IoT, ожидания рынка и сетевые эффекты.

Рис. 2. Основные компоненты и инструменты развития цифровой экосистемы Интернет вещей (IoT)

Платформа является ключевым строительным блоком цифровой экосистемы и центром значительных инвестиций в отрасли. Примерами могут служить пакет Microsoft IoT и AWS IoT. Действительно, построение IoT- цифровой экосистемы - это сложное мероприятие со многими взаимосвязанными факторами, с которыми необходимо бороться. Для ее поддержки требуется нечто большее, чем просто наличие платформы и предоставление API-интерфейсов третьим сторонам. Компании, предлагающие платформы, должны иметь возможность создавать правильные стимулы (финансовые и другие), поддерживать системы для партнеров и определять, как они - а не конкурирующие игроки - будут создавать большую ценность для своих партнеров.

Сетевые эффекты связаны с постоянным циклом набора пользователей и партнеров. Больше партнеров и приложений на платформе привлекают больше пользователей; в то же время, больше пользователей привлекают больше партнеров.

Ожидания рынка связаны с тем, как потенциальные пользователи воспринимают экосистему с точки зрения ее потенциала стать ведущей. Конечно, ни пользователи, ни партнеры по экосистеме не хотят участвовать в экосистеме, которая может не существовать через пару лет.

Однако основной вопрос заключается в том, как создать и активировать эти три компонента. Для этого для разработки этих компонентов можно использовать конкретный набор инструментов.

Существует ряд ключевых факторов, на которых предприятиям следует ориентироваться при разработке собственных цифровых экосистем IoT:

• API-интерфейсы: API являются основными строительными блоками цифровой экосистемы IoT, и поэтому предприятия должны разработать эффективную стратегию API. Эта стратегия должна основываться на глубоком понимании рынков IoT, на которые намерен ориентироваться бизнес. Разработка и поддержка API для всех нецелесообразна, что означает, что рекомендуется целенаправленный подход. Бизнес также должен разработать дорожную карту API, которая соответствует его общей стратегии IoT, в то время как модель ценообразования и поддержки API должна соответствовать модели дохода бизнес-экосистемы. В конечном итоге API-интерфейсы могут способствовать или препятствовать сетевым эффектам. Также крайне важно, чтобы компании определяли свои стратегии API с учетом потребностей рынка и партнеров. API могут быть использованы для стимулирования сетевых эффектов. [3] Если использование API слишком обременительно или не создает достаточной ценности, участники экосистемы не захотят тратить время или усилия. Поэтому крайне важно, чтобы API разрабатывались с учетом потребностей участников. Как говорит один эксперт из группы с сообществом из более чем 70 000 разработчиков, «опыт разработчиков в настоящее время является вопросом номер один. На сегодняшний день имеется достаточное количество платформ. Для того чтобы пользователи приняли ее, нужно сделать максимально легкой». Кроме того, при разработке API следует учитывать следующие факторы: прозрачность и общение с сообществом разработчиков,

качественная документация, простота использования, стабильность и надежность (не постоянно меняющиеся), использование стандартов и долгосрочная поддержка.

Хорошим примером этого является подход, используемый Stripe, американской компанией, чья платформа позволяет осуществлять платежи через Интернет. С самого начала их подход заключался в том, чтобы создать свою платформу с учетом интересов разработчиков, в результате чего их API-интерфейсы были бы простыми, хорошо документированными и устойчивыми, чтобы «разработчикам, интегрировавшим Stripe API, не приходилось трогать его годами», и чтобы было сделано всего несколькими разработчиками (Армстронг, 2018). По словам Армстронга, компания считает таких партнеров, как Facebook, Lyft, Asos и Salesforce, своими партнерами по цифровой экосистеме. Он оценивается в 20 миллиардов долларов США, при этом около 80% интернет-пользователей США прошли через цифровую экосистему Stripe в 2019 году. Компания использовала API-интерфейсы для стимулирования своих сетевых эффектов, сосредоточившись не только на создании своего авторитета (ожиданий рынка) среди сообщества разработчиков, но и предоставляя всю необходимую поддержку (см. функции поддержки ниже), чтобы стимулировать принятие разработчиков и пропаганду.

• Сообщества: чтобы цифровые экосистемы были настоящими экосистемами, должны существовать сообщества партнеров. Эти партнеры должны иметь возможность разрабатывать продукты и услуги на основе ресурсов компании (через API), а также других участников цифровой экосистемы. Такие компании, как IBM, Amazon и Microsoft, очень развиты в этой области, спонсируя хакатоны и университетские исследовательские программы. Преимущества сообщества могут быть значительными, как в случае Stripe. Позволяя людям инвестировать и создавать новые продукты и услуги на платформе, цифровая экосистема может предоставить более широкий набор возможностей для конечных пользователей. Чем больше разработчиков привлекает цифровая экосистема, тем больше пользователей привлекают новые продукты и более качественные услуги.

• Собственные фирменные сервисы: во многих случаях компаниям имеет смысл предлагать комплексные решения IoT либо со своими продуктами, либо через интеграцию с партнерами. Это и стимулирует расширение цифровой экосистемы. Хорошим примером является Digital Life от AT & T, телекоммуникационная компания в США. Компания разработала интегрированную услугу домашнего мониторинга вместе с партнерами и продвигает эту услугу под брендом AT & T. Этот фирменный сервис служит сигналом о приверженности AT & T к IoT, и, поскольку сервис позиционирует себя на рынке, AT & T стремится открыть его для более широкого круга партнеров, что способствует дальнейшему развитию первоначальной цифровой экосистемы.

• Функции поддержки – это внутренняя организация и связанные функции, которые обеспечивают поддержку участников цифровой экосистемы. Эта поддержка включает в себя техническую поддержку (например, как использовать API, как это делает Stripe), маркетинг (например, как продавать ваши приложения на нашем рынке) и оперативную поддержку (например, услуги логистической поддержки «выполняются Amazon»).

• Модели доходов: модели доходов являются ключевым аспектом для успешного развития цифровых экосистем IoT. Предприятиям, стремящимся привлечь партнеров к цифровой экосистеме, необходимо определить правильную модель получения и распределения доходов - такую, которая стимулирует партнеров к присоединению к экосистеме, снижает риски для партнеров вводить новшества и соответствует бизнес-модели отдельных партнеров. Некоторые партнеры будут привлечены к модели распределения доходов, в то время как другие предпочтут модель лицензирования или фиксированной роялти. Такие модели, как «freemium», могут быть полезны для стимулирования экспериментов и раннего принятия в сообществах IoT. Это означает, что фирмы должны будут поддерживать несколько моделей доходов и партнерства, что, в свою очередь, потребует новых систем принятия решений и управления.[4]

• Экосистемное управление. Наконец, чтобы экосистема работала хорошо и развивалась, необходим четкий набор правил. Это означает, что необходима прозрачно установленная модель управления экосистемой. Модель управления цифровой экосистемой очень четко устанавливает правила взаимодействия между партнерами по экосистеме. В конце концов, как и все другие факторы, описанные выше, модель управления должна быть определена таким образом, чтобы поддерживать развитие экосистемы и помогать создавать ценность для всех заинтересованных сторон. Кроме того, модель управления, которая устанавливает четкие «правила экосистемы», имеет решающее значение для поддержания гармонии между членами и здоровой совместной экосистемы. [5]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цифровые экосистемы играют на сегодняшний день важную роль не только в разработке программного обеспечения, но и в других сферах деятельности. Данная структура позволяет правильно организовать и значительно облегчить решение возникающих проблем. Задача создания новых креативных методов решения проблем информационного характера, на сегодняшний день стала одной из актуальных в современном обществе.

В борьбе за лидерство в IoT цифровая экосистема, в конечном итоге станет конкурентоспособной единицей. В то же время построение цифровой экосистемы IoT является сложным мероприятием, требующим сбалансированности многих взаимосвязанных факторов. Задача бизнеса состоит в том, чтобы разработать целостную стратегию IoT, учитывающую все элементы, описанные в данной статье, и принять экосистемное мышление. Действительно, когда речь заходит о разработке цифровой экосистемы IoT, предприятия должны исходить из того, что у них есть клиенты не только в форме конечных клиентов, но и промежуточные клиенты в форме партнеров, которым необходимо привлекать, поддерживать, так же как и конечных пользователей.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Никулина Д.М., Яковлева В.А., Михалев А.С. Применение информационных систем в управлении персоналом // Новая наука: теоретический и практический взгляд. – Стерлитамак: АМИ, 2016. -№12(3) – С.133-136.

[2] Евдокимов И.В., Коваленко М.А., Мелех Д.А. Управление разработкой и внедрением учетной информационной системы // Научное обозрение. Экономические науки. – 2017. – № 4. – С. 34-39.

[3] Хоменко В.А. Экосистемы программного обеспечения // Вестник Нац. техн. ун-та "ХПИ": сб. науч. тр. темат. вып.: Новые решения в современных технологиях. – Харьков: НТУ "ХПИ". – 2011. – № 23. – С. 114-118.

[4] G. Briscoe and P. De Wilde Digital Ecosystems: Evolving service-oriented architectures // In Conference on Bio Inspired Models of Network, Information and Computing Systems. IEEE Press, 2006.

[5] Woodard, C. J. and Clemons, E. K. 2014. Modeling the Evolution of Generativity and the Emergence of Digital Ecosystems. ICIS 2014: Proceedings of the 35th International Conference on Information Systems, Auckland, December 14-17, 2014.

Астанаева А.Ә., Шарипова Б.Д., Жылқаманова М.Қ.

Интернет заттардың сандық экожүйесін дамытудың негізгі компоненттері мен құралдары

Аңдатпа. Сандық технологиялар көптеген салаларды өзгертіп, өзгертеді. Цифрландыру және заттарды Интернет (IoT) үйде, телефондар мен автомобильдерді "ақылды" жасайды, сондықтан корпоративтік серіктестер жеке өнімге немесе жеке компанияның қызметіне қарағанда пайдалы және құнды болып табылатын өзара тиімді және өзара байланысты ұсыныстарды жасау үшін бірге жұмыс істей бастайды. Бұл сандық экожүйелер нарық көшбасшыларымен жиі құрылады және тұтынушылық тауарлар, Денсаулық сақтау және автомобиль жасау сияқты салалардың кең ауқымын тез өзгертеді.

Түйінді сөздер: Сандық технологиялар; экожүйе; сандық экожүйе; Интернет вещей; платформа.

УДК 004.522

[1,2]E. Amirgaliev, [2]A. Toleuzhan
([1]International IT university, Almaty, Kazakhstan
[2]Institute of Information and Computing Technologies CS MES RK, Kazakhstan
e-mail: amir_ed@mail.ru, toleuzhan@gmail.com)

ANALYSIS OF METHODS AND MODELS OF SPEECH SYNTHESIS SYSTEMS

Abstract. The paper considers the current state of models and methods of speech synthesis. Their advantages and disadvantages are presented, as well as speech synthesis quality metrics. The method of speech synthesis by rules is based on a programmed knowledge of acoustic and linguistic limitations and does not directly use elements of human speech.

Keywords: Speech synthesizers, NLP frontend, speech recognition, model, network architecture.

[1,2]Амиргалиев Е.Н., [1]Толеужан А.
([1]Международный университет информационных технологий. Алматы, Казахстан
[2]Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК
e-mail: amir_ed@mail.ru, toleuzhan@gmail.com)

АНАЛИЗ МЕТОДОВ И МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ СИНТЕЗА РЕЧИ

Аннотация. В работе рассматриваются современное состояние моделей и методов синтеза речи. Представлены их достоинства и недостатки, а также метрики качества синтеза речи. Метод синтеза речи по правилам базируется на запрограммированном знании акустических и лингвистических ограничений и не использует непосредственно элементы человеческой речи.

Ключевые слова: Синтезаторы речи, NLP frontend, распознавание речи, модель, архитектура сети.

ВВЕДЕНИЕ

Синтез речи — это создание звука на основе текста. Синтез речи может потребоваться во всех случаях, когда получателем информации является человек. О качестве синтезатора речи прежде всего судят по его сходству с человеческим голосом, а также способности быть понятным.

В настоящее время представлено большое разнообразие методов синтеза речи. Существуют два основных фактора, от которых зависит выбор технологии синтезирования в конкретной реализации:

1. Задача. В зависимости от требований к качеству итогового продукта, варьируются возможности синтезированной речи. Самую простую синтезированную речь можно создавать путём объединения частей записанной речи, которые будут храниться в базе данных. Естественно, в случае, если необходим синтез сложного текста, такой метод использовать нельзя, так как на стыке составляемых звуковых фрагментов возможны интонационные искажения и разрывы, заметные на слух. Кроме того, потребуется очень большая база данных для хранения всех необходимых звуковых фрагментов.

2. Структура языка. При построении выходной речевой волны используются основные фонологические законы, правила ударения, морфологические и синтаксические структуры.

3. Технологические возможности. В первую очередь, это количество памяти, доступное для информационной системы. В зависимости от количества хранимого словаря синтезатора, меняется и его сложность, и качество результирующего сигнала. Не менее важную роль при выборе метода играет вычислительная мощность устройства. Выбор сложного метода синтеза речи вкупе с низкой производительностью аппаратного обеспечения приведет к огромным затратам времени на вычисления.

Синтезаторы речи в целом делят на два типа: с ограниченным и неограниченным словарем. В устройствах с ограниченным словарем речь хранится в виде слов и предложений, которые выводятся в определенной последовательности при синтезе речевого сообщения.

Основные методы с ограниченным словарем - модель компилятивного синтеза и параметрическое представление. [13]

Метрики качества. Прежде чем говорить о том, какие модели синтеза речи лучше, нужно определить метрики качества, по которым будет проводиться сравнение алгоритмов.

Поскольку один и тот же текст можно прочитать бесконечным количеством способов, априори правильного способа для произношения конкретной фразы не существует. Поэтому зачастую метрики качества синтеза речи субъективны и зависят от восприятия слушающего.

Стандартная метрика — это MOS (mean opinion score), усредненная оценка естественности речи, выданная асессорами для синтезированных аудио по шкале от 1 до 5. Единица означает совсем неправдоподобное звучание, а пятерка — речь, неотличимую от человеческой. Реальные записи людей обычно получают значения примерно 4,5, и значение больше 4 считается достаточно высоким.

Как работает синтез речи. Первый шаг к построению любой системы синтеза речи — сбор данных для обучения. Обычно это аудиозаписи высокого качества, на которых диктор читает специально подобранные фразы. Примерный размер датасета, необходимый для обучения моделей unit selection, составляет 10—20 часов чистой речи [2], в то время как для нейросетевых параметрических методов верхняя оценка равна примерно 25 часам [4, 5].

Синтез речи. Сегодня задачи синтеза речи решают в основном двумя подходами:

• Unit selection [1], или компилятивный подход. Он основан на склейке фрагментов записанного аудио. С конца 90-х долгое время он считался де-факто стандартом для разработки движков синтеза речи. Например, голос, звучащий по методу unit selection, можно было встретить в Siri [2].

• Параметрический синтез речи [3], суть которого состоит в построении вероятностной модели, предсказывающей акустические свойства аудио сигнала для данного текста.

Речь моделей unit selection имеет высокое качество, низкую вариативность и требует большого объема данных для обучения. В то же время для тренировки параметрических моделей необходимо гораздо меньшее количество данных, они генерируют более разнообразные интонации, но до недавнего времени страдали от общего достаточно низкого качества звука по сравнению с подходом unit selection.

Однако с развитием технологий глубокого обучения модели параметрического синтеза достигли существенного прироста по всем метрикам качества и способны создавать речь, практически неотличимую от человеческой. Обсудим обе технологии синтеза.

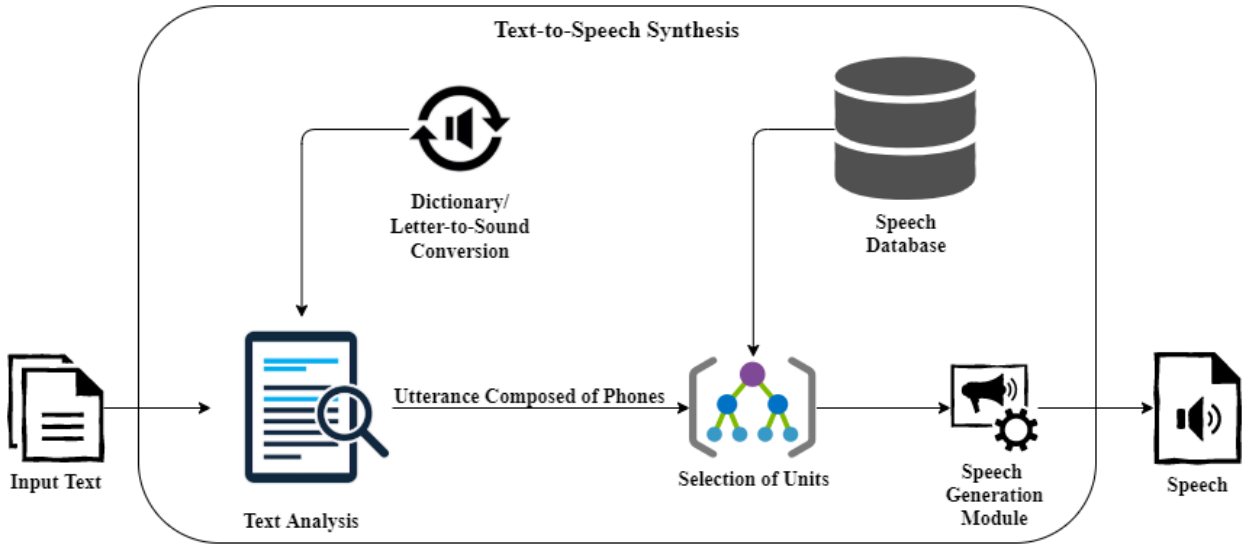


Рис. 1. Модель компилятивного синтеза или Unit selection

Модель компилятивного синтеза предполагает синтез речи путем конкатенации записанных образцов отдельных звуков, произнесенных диктором.

При использовании этой модели составляется база данных звуковых фрагментов, из которых в дальнейшем будет синтезироваться речь. Размер элементов синтеза, как правило, не меньше слова.

Обычно записанная речь диктора не может покрыть всех возможных случаев, в которых будет использоваться синтез. Поэтому суть метода состоит в разбиении всей аудио базы на небольшие фрагменты, называющиеся юнитами, которые затем склеиваются друг с другом с использованием минимальной постобработки. В качестве юнитов обычно выступают минимальные акустические единицы языка, такие как полуфоны или дифоны [2].

Весь процесс генерации состоит из двух этапов: NLP frontend, отвечающий за извлечение лингвистического представления текста, и backend, который вычисляет функцию штрафа юнитов для заданных лингвистических признаков. В NLP frontend входят:

1. Задача нормализации текста — перевод всех небуквенных символов (цифр, знаков процентов, валют и так далее) в их словесное представление. Например, “5 %” должно быть переведено в “пять процентов”.

2. Извлечение лингвистических признаков из нормализованного текста: фонемное представление, ударения, части речи и так далее.

Обычно NLP frontend реализован с помощью вручную прописанных правил для конкретного языка, однако в последнее время происходит все больший уклон в сторону использования моделей машинного обучения [7].

Штраф, оцениваемый backend-подсистемой, — это сумма target cost, или соответствия акустического представления юнита для конкретной фонемы, и concatenation cost, то есть уместности

соединения двух соседних юнитов. Для оценки штраф функций можно использовать правила или уже обученную акустическую модель параметрического синтеза [2]. Выбор наиболее оптимальной последовательности юнитов с точки зрения выше определенных штрафов происходит с помощью алгоритма Витерби [1].

Примерные значения MOS моделей unit selection для английского языка: 3,7—4,1 [2, 4, 5].

Этот способ обеспечивает высокое качество синтезируемой речи, т.к. позволяет воспроизводить форму естественного речевого сигнала. Еще один немаловажный плюс такого подхода: не требуется никаких знаний об устройстве речевого тракта и структуре языка. Однако, серьезное ограничение в данном случае имеет объем памяти. [14]

Таким образом, этот метод весьма прост в реализации и при этом эффективен в системах, не требующих синтеза заранее неизвестных предложений.

Существуют способы кодирования речевого сигнала в цифровой форме, позволяющие в несколько раз уплотнить информацию: простая модуляция данных, импульсно-кодовая модуляция, адаптивная дельтовая модуляция, адаптивное предиктивное кодирование. Естественно, сложность операций кодирования и декодирования увеличивается со снижением числа бит в секунду. В случае, когда требуется соединить сообщения в более длинное, сгенерировать высококачественную речь трудно, так как значения параметров речевой волны нельзя изменить, а они могут не подойти в новом контексте. [15]

Достоинства подхода unit selection:

– Естественность звучания.

– Высокая скорость генерации.

– Небольшой размер моделей — это позволяет использовать синтез прямо на мобильном устройстве.

Недостатки:

– Синтезируемая речь монотонна, не содержит эмоций.

– Характерные артефакты склейки.

– Требует достаточно большой тренировочной базы аудиоданных для покрытия всевозможных контекстов.

– В принципе не может генерировать звук, не встречающийся в обучающей выборке.

Параметрический синтез речи. С целью решения двух основных проблем компилятивного синтеза было разработано параметрическое представление сигнала, которое абстрагируется от речевой волны, а представляет ее в виде определенных параметров. Такой подход уменьшает объем требуемой памяти для словаря и дает большую гибкость по сравнению с компилятивной моделью.

Параметры отражают наиболее характерную информацию либо во временной, либо в частотной области. Один из подходов параметризации — представление речевой волны с помощью сложения отдельных гармоник на данной частоте.

Другой вариант параметрического представления речевого тракта — формантный — генерирует речь искусственным путем, создавая нужный набор резонансов. Такая система оперирует параметрами основного тона и формантами.

Изменения таких параметров дают возможность существенно изменять интонацию и временные характеристики сообщения.

Представление речи формантами является экономичным способом хранения речевой информации, еще больше уменьшая объем необходимой памяти по сравнению с компилятивным подходом.

Второе преимущество такого подхода является присущая ему гибкость. Поскольку смысловая информация содержится в формантах, а мелодическая (интонация, темп речи и т. д.)—в периоде основного тона и временном распределении речи, то формантное представление позволяет разделить что именно сказано и как сказано. [15]

Итак, формантный подход требует меньшего объема памяти, чем компилятивный, но при этом ему нужно больше вычислений, чтобы воспроизвести исходный речевой сигнал. Требуется соответствующая цифровая техника и знание моделей речеобразования, при этом лингвистическая структура языка не используется.

В основе параметрического подхода лежит идея о построении вероятностной модели, оценивающей распределение акустических признаков заданного текста.

Процесс генерации речи в параметрическом синтезе можно разделить на четыре этапа:

1. NLP frontend — такая же стадия предобработки данных, как и в подходе unit selection, результат которой — большое количество контекстно-зависимых лингвистических признаков.

2. Duration model, предсказывающая длительность фонем.

3. Акустическая модель, восстанавливающая распределение акустических признаков по лингвистическим. В акустические признаки входят значения фундаментальной частоты, спектральное представление сигнала и так далее.

4. Вокодер, переводящий акустические признаки в звуковую волну.

Для обучения duration и акустической моделей можно использовать скрытые марковские модели [3], глубокие нейронные сети или их рекуррентные разновидности [6]. Традиционный вокодер — это алгоритм, основанный на source-filter модели [3], которая предполагает, что речь — это результат применения линейного фильтра шума к первоначальному сигналу.

Общее качество речи классических параметрических методов оказывается достаточно низким из-за большого количества независимых предположений об устройстве процесса генерации звука.

Однако с приходом технологий глубокого обучения стало возможным обучать end-to-end модели, которые напрямую предсказывают акустические признаки по буквам. Например, нейронные сети Tacotron [4] и Tacotron 2 [5] принимают на вход последовательность букв и возвращают мел-спектрограмму с помощью алгоритма seq2seq [8]. Таким образом шаги 1—3 классического подхода заменяются одной нейросетью. На схеме ниже показана архитектура сети Tacotron 2, достигающей достаточно высокого качества звука.

Другим фактором существенного прироста в качестве синтезируемой речи стало применение нейросетевых вокодеров вместо алгоритмов цифровой обработки сигналов.

Первым таким вокодером была нейронная сеть WaveNet [9], которая последовательно, шаг за шагом, предсказывала значения амплитуды звуковой волны.

Благодаря использованию большого количества сверточных слоев с пропусками для захвата большего контекста и skip connection в архитектуре сети удалось достичь примерно 10%-го улучшения MOS по сравнению с моделями unit selection. На схеме ниже представлена архитектура сети WaveNet.

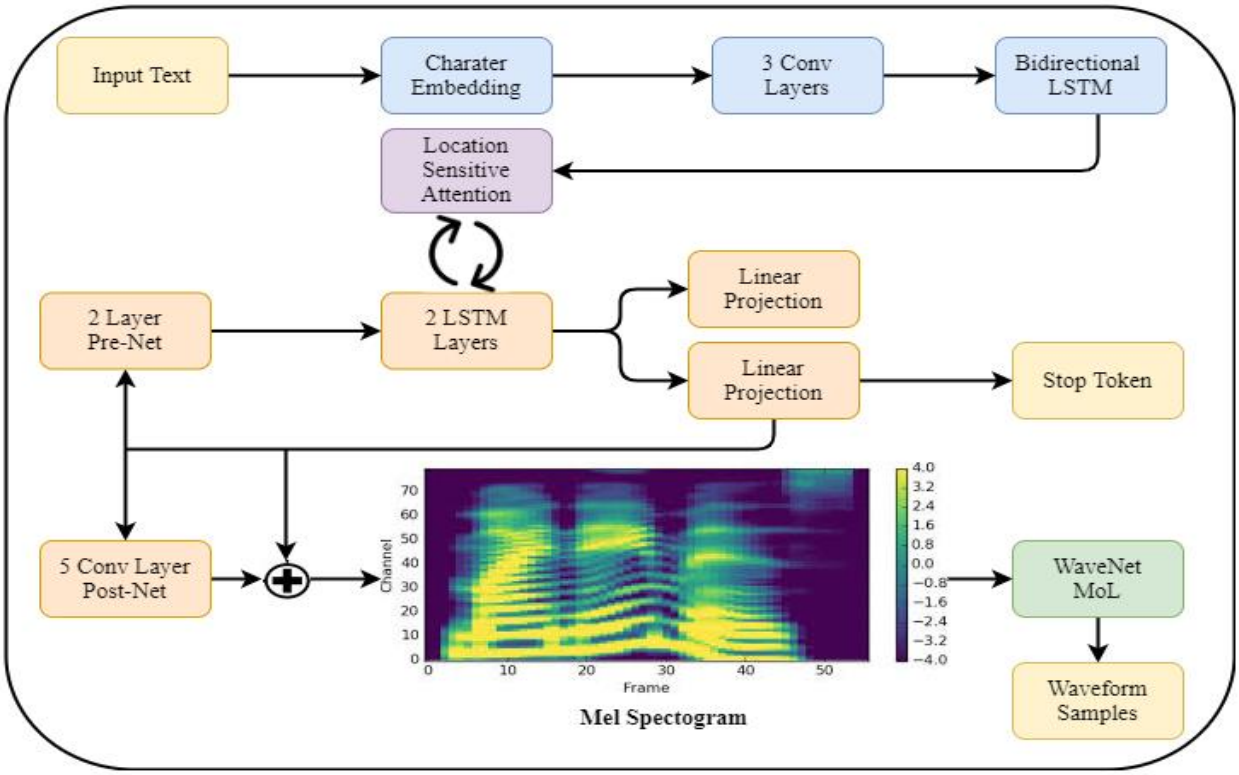


Рис. 2. Архитектура сети Tacotron 2

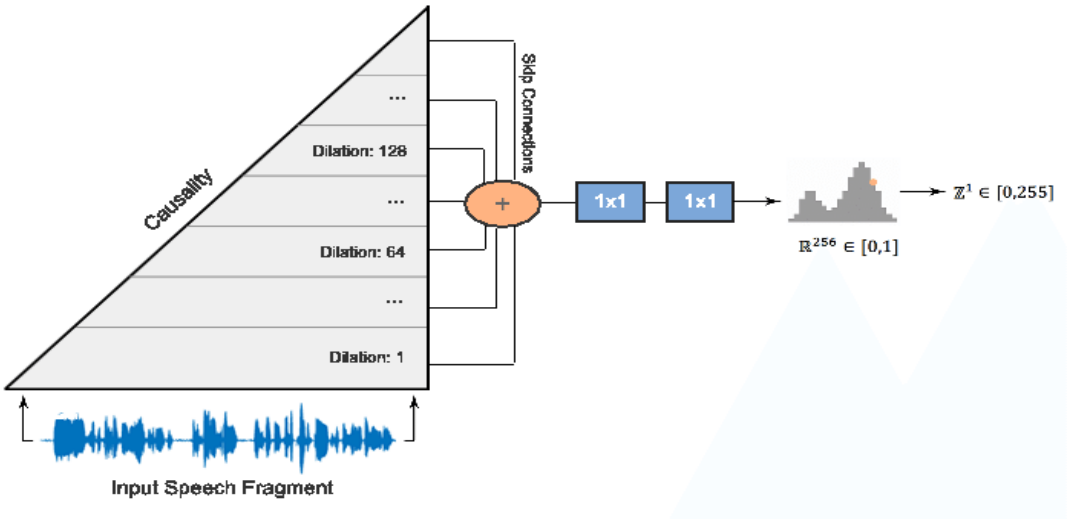


Рис. 3. Архитектура сети WaveNet

Главный недостаток WaveNet — низкая скорость работы, связанная с последовательной схемой сэмплирования сигнала. Эту проблему можно решить либо с помощью инженерной оптимизации для конкретной архитектуры железа, либо заменой схемы сэмплирования на более быструю.

Оба подхода были успешно реализованы в индустрии. Первый — в Tinkoff.ru, а в рамках второго подхода компания Google представила сеть Parallel WaveNet [10] в 2017 году, наработки которой используются в Google Assistant.

Примерные значения MOS для нейросетевых методов: 4,4—4,5 [5, 11], то есть синтезируемая речь практически не отличается от человеческой.

Достоинства параметрического синтеза:

– Естественное и плавное звучание при использовании end-to-end подхода.
– Большее разнообразие в интонациях.
– Использование меньшего объема данных по сравнению с моделями unit selection.
– Недостатки:
– Низкая скорость работы по сравнению с unit selection.
– Большая вычислительная сложность.

Описанные выше методы ориентированы на такие речевые единицы, как слова, предварительно введенные в устройство с голоса диктора. Данный принцип лежит в основе функционирования синтезаторов с ограниченным словарем. В системах, использующих синтезатор с неограниченным словарем, единицами речи служат фонемы или слоги. Такие синтезаторы используют метод полного синтеза по правилам.

Полный синтез по правилам. При синтезе речи по правилам также используются компилятивный и параметрический методы кодирования, но уже на уровне слогов.

В поисках компромисса между гибкостью полного синтеза речи по правилам и его экономичностью, был разработан синтез речи по правилам с использованием предварительно запомненных отрезков естественного языка.

Такой метод является разновидностью обычного синтеза по правилам. В зависимости от размера исходных элементов синтеза выделяются следующие виды синтеза: микросегментный (микроволновый); аллофонический; дифонный; полуслоговой; слоговой; синтез из единиц произвольного размера.

Обычно в качестве таких элементов используются полуслоги — сегменты, содержащие половину согласного и половину примыкающего к нему гласного.

Качество такого синтеза не соответствует качеству естественной речи, поскольку на границах сшивки дифонов часто возникают искажения. Компиляция речи из заранее записанных словоформ также не решает проблемы высококачественного синтеза произвольных сообщений, поскольку слов изменяются в зависимости от типа фразы и места слова во фразе. Это положение не меняется даже при использовании больших объёмов памяти для хранения словоформ. Тем не менее, такой метод генерации речи будет давать более качественный звук на выходе, по сравнению с простым методом синтеза по правилам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе рассматривали современное состояние моделей и методов синтеза речи. Представлены их достоинства и недостатки, а также метрики качества синтеза речи. Метод синтеза речи по правилам базируется на запрограммированном знании акустических и лингвистических ограничений и не использует непосредственно элементы человеческой речи.

Для запоминания этой информации требуется мало памяти, но чтобы извлечь из нее параметры, необходимы знания эксперта. Анализ текста — задача лингвистическая и включает в себя определение базовых фонетических, слоговых, морфемных и синтаксических форм, плюс вычленение семантической информации. Системы конвертации текста в речь являются наиболее комплексными системами синтеза речи, включающие в себя знания об устройстве речевого аппарата человека и лингвистической структуре языка.

Таким образом, этот метод дает полную свободу моделирования параметров и позволяет воспроизводить почти любой текст; значительно экономит память, не требуя хранения большого количества информации. Однако, синтезированная речь звучит хуже натуральной (и, как правило, хуже, чем синтезированная другими вышеописанными методами); такая система сложна в разработке.

Работа выполнена при поддержке гранта МОН РК №AP05132648 «Создание вербально-интерактивных роботов на основе современных речевых и мобильных технологий», выполняемой в Институте информационных и Вычислительных Технологий КН МОН РК, по контракту №211 от 19.03.2018.

ЛИТЕРАТУРА

[1] A.J. Hunt, A.W. Black. Unit selection in a concatenative speech synthesis system using a large speech database, ICASSP, 1996.

[2] T. Capes, P. Coles, A. Conkie, L. Golipour, A. Hadjitarkhani, Q. Hu, N. Huddleston, M. Hunt, J. Li, M. Neeracher, K. Prahallad, T. Raitio, R. Rasipuram, G. Townsend, B. Williamson, D. Winarsky, Z. Wu, H. Zhang. Siri On-Device Deep Learning-Guided Unit Selection Text-to-Speech System, Interspeech, 2017.

[3] H. Zen, K. Tokuda, A. W. Black. Statistical parametric speech synthesis, Speech Communication, Vol. 51, no. 11, pp. 1039-1064, 2009.

[4] Yuxuan Wang, RJ Skerry-Ryan, Daisy Stanton, Yonghui Wu, Ron J. Weiss, Navdeep Jaitly, Zongheng Yang, Ying Xiao, Zhifeng Chen, Samy Bengio, Quoc Le, Yannis Agiomyrgiannakis, Rob Clark, Rif A. Saurous. Tacotron: Towards End-to-End Speech Synthesis.

[5] Jonathan Shen, Ruoming Pang, Ron J. Weiss, Mike Schuster, Navdeep Jaitly, Zongheng Yang, Zhifeng Chen, Yu Zhang, Yuxuan Wang, RJ Skerry-Ryan, Rif A. Saurous, Yannis Agiomyrgiannakis, Yonghui Wu. Natural TTS Synthesis by Conditioning WaveNet on Mel Spectrogram Predictions.

[6] Heiga Zen, Andrew Senior, Mike Schuster. Statistical parametric speech synthesis using deep neural networks.

[7] Hao Zhang, Richard Sproat, Axel H. Ng, Felix Stahlberg, Xiaochang Peng, Kyle Gorman, Brian Roark. Neural Models of Text Normalization for Speech Applications.

[8] Ilya Sutskever, Oriol Vinyals, Quoc V. Le. Sequence to Sequence Learning with Neural Networks.

[9] Aaron van den Oord, Sander Dieleman, Heiga Zen, Karen Simonyan, Oriol Vinyals, Alex Graves, Nal Kalchbrenner, Andrew Senior, Koray Kavukcuoglu. WaveNet: A Generative Model for Raw Audio.

[10] Aaron van den Oord, Yazhe Li, Igor Babuschkin, Karen Simonyan, Oriol Vinyals, Koray Kavukcuoglu, George van den Driessche, Edward Lockhart, Luis C. Cobo, Florian Stimberg, Norman Casagrande, Dominik Grewe, Seb Noury, Sander Dieleman, Erich Elsen, Nal Kalchbrenner, Heiga Zen, Alex Graves, Helen King, Tom Walters, Dan Belov, Demis Hassabis. Parallel WaveNet: Fast High-Fidelity Speech Synthesis.

[11] Wei Ping Kainan Peng Jitong Chen. ClariNet: Parallel Wave Generation in End-to-End Text-to-Speech.

[12] Dario Rethage, Jordi Pons, Xavier Serra. A Wavenet for Speech Denoising.

[13] Сорокин, В.Н. Синтез речи. —М.: Наука, 1992. — 392 с.

[14] Фролов, А., Фролов Г. Синтез и распознавание речи. —М.: Москва, 2008 г.

[15] Рабинер, Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. —М: Мир, 1988. — 835 с.

Амиргалиев Е.Н., Толеужан А.

Сейтессис жүйелерінің әдістері мен моделдерін талдау

Аңдатпа. Жұмыста сөйлеу синтезінің модельдері мен әдістерінің қазіргі жағдайы қарастырылады. Олардың артықшылықтары мен кемшіліктері, сонымен қатар сөйлеу синтезінің сапалық өлшемдері ұсынылған. Әдіс бойынша сөйлеуді синтездеу әдісі акустикалық және лингвистикалық шектеулердің бағдарламаланған біліміне негізделеді және адам тілінің элементтерін тікелей пайдаланбайды.

Түйін сөздер: Сөйлеу синтезаторлары, NLP frontend, сөйлеу тілін тану, модель, желі архитектурасы.

УДК 004.522

[1,2]A. Yeleussinov, [1,2]Y. Amirgaliyev, [3]M Taizo.
([1]Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan
[2]Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK, Kazakhstan,
[3]Tokai University, IT Education Center, Japan,
e-mail: [1]armankaznu@mail.ru, [2]amir_ed@mail.ru, [3]miyachi@tsc.u-tokai.ac.jp)

METHODS AND ALGORITHMS FOR FORMING A BASE AND PROCESSING MANUSCRIPT TEXTS IN THE KAZAKH LANGUAGE

Abstract. Recognition of handwritten texts in different languages has recently attracted great interest among researchers in connection with the intensive development of methods, algorithms and technology of machine learning, deep learning and computer vision. In this paper, we will consider the stages of creating a handwritten database for the Kazakh language and preparing a database for training a neural network and further processing. The results of the application of widely used machine learning algorithms for the recognition of handwritten texts in offline mode are presented.

Key words: handwriting recognition, deep learning, SVM, CNN.

[1,2]Елеусинов А., [1,2]Амиргалиев Е., [3]Тайзо М.
([1]Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, Казахстан
[2] Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Алматы, Казахстан
[3]Университет Токай, Центр IT-образования, Япония
e-mail: [1]armankaznu@mail.ru, [2]amir_ed@mail.ru, [3]miyachi@tsc.u-tokai.ac.jp)

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ФОРМИРОВАНИЯ БАЗЫ И ОБРАБОТКИ РУКОПИСНЫХ ТЕКСТОВ НА КАЗАХСКОМ ЯЗЫКЕ

Аннотация. Распознавание рукописных текстов на разных языках в последнее время вызывает большой интерес у исследователей в связи с интенсивном развитии методов, алгоритмов и технологии машинного обучения, глубокого обучения и компьютерного зрения. В данной работе мы рассмотрим этапы создания рукописной базы данных для казахского языка и подготовки базы данных для обучения нейронной сети и дальнейшей обработке. Представлены результаты применения широко используемых алгоритмов машинного обучения для распознавания рукописных текстов в автономном режиме.

Ключевые слова: распознавание рукописного ввода, глубокое обучение, SVM, CNN.

ВВЕДЕНИЕ

Распознавание почерка - одно из самых популярных и активных исследований в области распознавания образов. Автономные системы распознавания рукописного текста очень важны для создания электронных библиотек, сортировки почты, оцифровки рукописных документов и исторических книг. Распознавание текста документа облегчает приложения автоматического ввода данных, идентифицируя содержание текста в изображениях документа, и таким образом, значительно сокращает ручные усилия. Прогресс в этой области обусловлен достижениями в разработке многих работ и наличием международной базы данных, которая позволила исследователям проверить эффективность своих подходов и сравнить их с другими, использующими те же базы данных. Первым шагом в реализации распознавания рукописи для любого конкретного языка является выбор подходящей базы данных текстовых изображений. Если такие базы данных недоступны, то первая задача - создать новую базу данных изображений рукописей для этого языка. Исследователи в области распознавания текста разработали несколько баз данных для оценки систем OCR для распознавания рукописного текста в автономном режиме. Некоторые из этих баз данных доступны для текстов на латинском, французском, китайском, корейском, японском, арабском, уйгурском, урду, хинди, испанском, тамильском, индонезийском, греческом и русском языках. Эти базы данных отличаются друг от друга по своей структуре и содержанию. Некоторые состоят из букв, некоторые из которых состоят из слов или фраз [1-10]. Как следует из обзора базы данных по распознаванию базы рукописных символов, в казахском языке нет слов.

Задача распознавания текста состоит из двух этапов: распознавания рукописного ввода (HTR) и оптическое распознавание символов OCR. Задача HTR со словами в рукописном тексте без акцента на отдельные буквы, а задача OCR распознает каждую букву независимо. В этой статье мы рассмотрим задачу HTR.

Машинное обучение, хотя название существует с 1950-х годов, но только последние годы это направление бурно развивается и широко используется для решения разнообразных прикладных задач. Новые и более широкие возможности применения этих методов в повседневной жизни также появляются благодаря использованию свойств, которые ранее были недоступны из-за их сложной и неоднозначной структуры исходных данных при распознавания изображений, классификации, прогнозирования поведения человека и принятия решений в геологии, нефтедобывающей отрасли в системах управления, робототехника и др. [11-13]. Это поле имеет светлое будущее, потому что оно может облегчить принятие решений или даже заменить людей в некоторых областях.

Распознавание рукописных символов казахского языка остается сложной проблемой из-за специфики казахского языка. Казахский алфавит содержит 42 буквы с прописными и строчными буквами. Форма каждого символа в тексте курсивом изменяется в зависимости от соседних символов. Существует также огромное разнообразие стилей (почерк) написания для отдельных авторов как показаны на Рисунке 1. Это доказанный факт, что различный почерк оказывает решающее влияние на производительность и скорость распознавания. Поэтому возникает необходимость создания баз данных казахских иероглифов разных авторов для обучения, тестирования и сравнения систем распознавания.

После обнаружения текста на изображении следующая важная задача - распознавание текста. Системы распознавания имитируют чтение человеком, обрабатывая изображение текстовой строки как последовательность кадров. Элементы извлекаются из каждого кадра и передаются в систему, которая преобразует их в символьную строку. Несмотря на обширные исследования со скрытыми Марковскими моделями (HMM) и гибридными нейронными сетями-HMM для последовательной транскрипции данных [1- 3], извлечение признаков остается проблемой. Традиционный автономный метод HCR обычно использует архитектуру трех основных этапов: предварительная обработка введенного рукописного символа, извлечение признаков и классификация с использованием таких методов машинного обучения, как «Машина опорных векторов» (SVM), «Многослойный персептрон» (MLP), «Случайный лес». (RF), деревья решений и т. Д.

Отсутствие стандартной справочной базы данных изображений рукописных символов для казахского языка затрудняет сравнение результатов исследования. В данной работе мы представляем этапы создания базы данных изображений символов казахского языка и анализа эффективности различных систем распознавания в созданной базе данных.

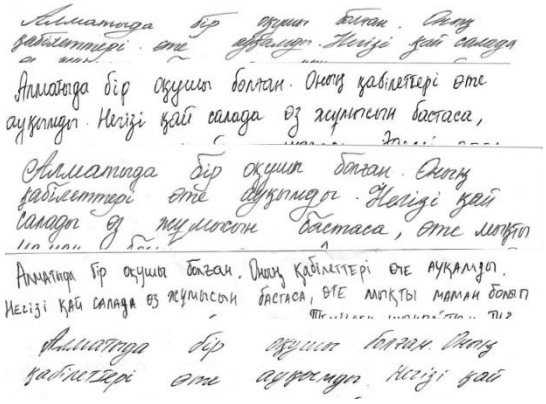


Рис. 1. Различные образцы казахских рукописных текстов.

Сбор и обработка данных.

В этом разделе описан процесс сбора рукописных данных изображения для создания базы данных казахских символов. Причины, по которым HKCR является нетривиальной проблемой, можно сформулировать следующим образом: изменение орфографии; курсивный текст; сходство между персонажами.

Основной задачей при внедрении системы распознавания является сбор образцов данных. Сбор данных является одной из утомительных задач в большинстве приложений распознавания образов. Классы символов определяются на основе орфографических структур казахского языка. Казахский алфавит, основанный на кириллице, состоит из 42 строчных и прописных букв, из которых 33 буквы

русского алфавита и 9 специфических букв казахского языка. Каждая буква имеет разные формы, в зависимости от ее положения в слове, которое может находиться в начале, в середине или в конце. Поэтому для достижения точности системы символы не пишутся отдельно, а извлекаются из написанных слов. Рукописные тексты собраны у 120 местных авторов. Для сбора изображений персонажей авторам предлагается писать тексты из различных источников на страницах. Собранные рукописные листы данных сканируются и сохраняются в формате png. На рисунке 2 показаны рукописные образцы и помеченные символы классов.

Рис. 2. а) пример рукописного текста б) помеченные полигоны.

Сегментированные изображения персонажей вручную группируются в рассматриваемые 80 классов казахского языка. Сильно искаженные изображения исключаются во время группировки, а размер сегментированных символических изображений уменьшается до 32x32. Информация о них записывается в файл CSV. Каждая строка в CSV-файлах представляет изображение символа. Первый столбец представляет символ, второй представляет метку класса, а третий столбец представляет номер изображения. Для набора обучающих данных было взято 75% изображений символов из каждого класса, остальные 25% составляют набор тестовых данных. Общее количество изображений в созданной базе составляет 59 274. Количество изображений символов в классе не одинаково, так как некоторые символы встречаются редко, а некоторые изображения отбрасываются из-за неправильной сегментации символов. Среднее количество символических изображений для класса по всей базе данных составляет 1340. На рисунке 3 показаны случайные выборки, взятые из 6 различных классов рукописных символов казахского языка.

Рис. 3. Случайно выбранные изображения персонажей в шести разных классах.

Предварительная обработка и классификация с использованием машинного обучения.

Предварительная обработка данных. Традиционные автономные методы OCR обычно используют архитектуру трех основных этапов: предварительная обработка введенного рукописного символа, извлечение признаков и классификация с использованием методов машинного обучения,

таких как методы опорных векторов (SVM), многослойный персептрон (MLP), k-ближайшие соседи (KNN), случайный лес (RF), деревья решений и т. Д.

Для получения наилучшего результата и устранения помех выполняется этап предварительной обработки изображений символов в базе данных. При распознавании рукописи с использованием алгоритмов идентификации признаков, которые извлекают векторы признаков из сложных изображений рукописных символов, а именно масштабно-инвариантного преобразования символов (siftD) и гистограммы направленного градиента (HOG), были получены относительно хорошие результаты в различных наборах данных [14]. Дескрипторы объектов вычисляют векторы объектов, используя фильтры изображений, такие как фильтры Собеля и Гаусса. Впоследствии ориентации в каждой области вычисляются и взвешиваются в направлении гистограммы. Поскольку эти дескрипторы признаков инвариантны к небольшим локальным смещениям, дескрипторы обеспечивают надежные векторы признаков.

Гистограмма ориентированных градиентов. Как правило, гистограмма ориентированного градиента (HOG) используется для представления точного местоположения изображения для обнаружения объекта в различных областях, таких как обнаружение людей, пешеходов и транспортных средств [15]. Дескриптор HOG первоначально определяется как распределение локальных градиентов интенсивности от изображения, которые рассчитываются по небольшим связанным областям (ячейкам). Чтобы повысить эффективность поиска объектов, необходимо нормализовать цвета и гамму изображения.

Вектор признаков HOG вычисляется из изображения с использованием градиентных детекторов. После разделения исходных изображений на блоки каждый блок делится на небольшие области, известные как ячейки. Каждый пиксель свернут с простым ядром свертки следующим образом:

$$G_x = f(x+1, y) - f(x-1, y) \qquad (1)$$
$$G_y = f(x, y+1) - f(x, y-1)$$

G_x и G_y являются горизонтальными и вертикальными градиентами компонента, соответственно. В наших экспериментах дескриптор HOG рассчитывается по прямоугольным блокам (R-HOG) с неперекрывающимися блоками. Величина градиента M и ориентация градиента θ рассчитываются как:

$$M(x, y) = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \qquad (2)$$
$$\theta(x, y) = \arctan\left(\frac{G_y}{G_x}\right)$$

Затем для каждой ячейки генерируется HOG, охватывающий все изображение. В конце дескрипторы функций нормализуются путем применения нормализации блоков L2 следующим образом [16]:

$$V'_k = \frac{V_k}{\sqrt{\| V_k \|^2 + \partial}} \qquad (3)$$

где - V_k объединенная гистограмма из всех областей блока, небольшое значение, близкое к нулю, и V'_k нормализованный вектор признаков дескриптора HOG.

В нашем случае градиенты рассчитываются в диапазоне [0-180]. Гистограммы из 8 бинов рассчитываются со значениями в виде весов. Для расчета каждое изображение нормализуется до размера 32x32 и по гамме, а затем по контрасту (Рисунок 4).

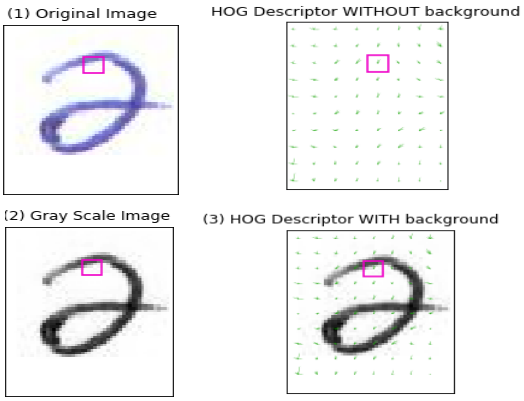


Рис. 4. Визуализация результата дескриптора HOG.

Каждая пиксельная матрица изображения 32x32 делится на ячейки 8x8, и затем получается матрица 4x4 с 8 ячейками в каждой ячейке. Эта матрица была получена в виде блоков 2X2 (с перекрытием 50%) и нормализована путем деления вектора бина гистограммы на значение. Всего 9 блоков x 4 ячейки x 8 бинов = 288 знаков.

Вычисление дескриптора HOG требует следующих основных параметров конфигурации:

- Маски для вычисления производных и градиентов.
- Геометрия разделения изображения на ячейки и группировки ячеек в блок.
- Блок перекрытия.
- Параметры нормализации.

Результат гистограммы градиентов показан на рисунке 5.

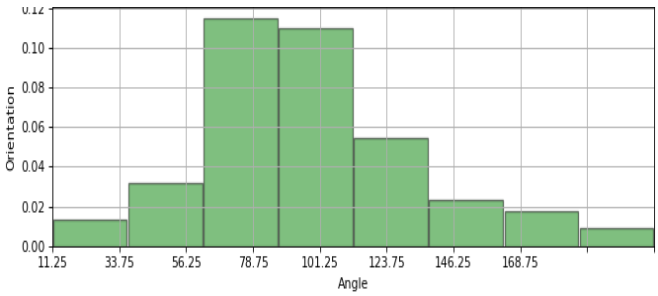


Рис. 5. Гистограмма градиентов.

Опорный вектор машины. Метод опорных векторов (SVM) эффективно используется для решения многих проблем распознавания образов [17-18]. Этот алгоритм выводит оптимальную гиперплоскость и максимизирует разницу между двумя классами. Для решения проблемы нелинейных данных в SVM существует ядерный метод, позволяющий получить более высокую точность.

Линейный алгоритм SVM был расширен для решения задач нелинейной классификации. Было предложено много нелинейных функций ядра. В этой статье мы выбираем ядро радиальной базисной функции (RBF) в качестве нелинейной функции в классификаторе SVM. Это также называется гауссовым ядром. Ядро RBF вычисляет следующее значение между двумя входными векторами:

$$K(x,x') = exp\left(\frac{-\left\|x-x'\right\|^2}{2\sigma^2}\right) \tag{4}$$

где $1/2\sigma^2$ основной параметр RBF. Большие значения параметров могут привести к перегонке из-за увеличения числа опорных векторов.

Для обучения классификатора SVM мы предоставим все необходимые данные (метки, данные обучения и тестирования) сверху в качестве входных данных. Обычно это занимает больше всего

вычислительного времени. На основе анализа предоставленных помеченных данных SVM классифицирует неизвестные изображения. Чтобы получить точность обученного классификатора, символы, идентифицированные SVM, соответствуют предоставленным обучающим оценкам.

Влияние параметров функции RBF на результаты рассмотрено в [19-20]. Гамма-параметры можно рассматривать как обратную величину радиуса влияния образцов, выбранных моделью в качестве опорных векторов. Параметр C заменяет правильную классификацию обучающих примеров и максимизирует запас решающей функции. Обучение результатам вышеупомянутых работ и тому, что поиск в сетке является очень трудоемким процессом, в этой статье мы используем параметры в диапазоне C = [1,5], гамма = [0.01.0.05].

Глубинная классификация обучения. С развитием глубокого обучения в последние годы, сверточные нейронные сети (CNN) привели к новым прорывным технологиям распознавания рукописей с большим успехом [21, 22]. CNN используют многоуровневое восприятие, которое должно иметь небольшую предрасположенность. Также называется искусственными нейронными сетями, инвариантами сдвига или доменными инвариантами, в соответствии с их архитектурой с общими весами и свойствами дисперсии преобразования. Современные CNN, используемые в машинном обучении, построены на тех же принципах, что и традиционные: они используют слои чередующейся свертки (CL) и слои максимального пула (MP), за которыми следует ряд полностью связанных (FC) слоев. Наиболее распространенные модели архитектуры CNN: LeNet, AlexNet, ZF Net, GoogLeNet, VGGNet и ResNet.

Модель VGG. Одной из самых популярных глубоко сверточных архитектур является модель под названием VGG. Название происходит от того факта, что эта модель была разработана в Оксфордском университете в группе визуальной геометрии. VGG - это две конфигурации сверточных сетей одновременно, на 16 и 19 уровнях. Основным нововведением по сравнению с предыдущими архитектурами была идея использования фильтров размера 3-3 с одним шагом свертки вместо сверток с фильтрами 7-7 с шагами 2 и 11-11 с шагом 4, использованными в лучших моделях предыдущих лет. Получившаяся модель в 2014 году выиграла одну из номинаций на знаменитый конкурс по компьютерному зрению - Конкурс крупномасштабного визуального распознавания ImageNet (ILSVRC).

Модель GoogleNet. Следующая сверточная архитектура - это начальная архитектура. Он был разработан Google и появился почти одновременно с VGG в сентябре 2014 года. Основная идея состоит в том, чтобы использовать не просто последовательность свертки - нелинейность - подвыборку в качестве строительных блоков для глубоких сверточных сетей, как это обычно делается, но более сложные конструкции. В начале такой компонент «собран» из небольших сверточных структур. Таким образом, название сети отражает идею «встроенной» архитектуры, разработанной там. Эта работа содержит несколько чрезвычайно интересных и важных идей, благодаря которым, в частности, несмотря на большую заявленную глубину - 22 слоя без учета подвыборки - у Inception фактически меньше параметров, чем у VGG.

Как показала практика, стало возможным эффективно обучать глубоким архитектурам, однако те решения, к которым сходятся нейронные сети большой глубины, часто оказывались хуже, чем для менее глубоких моделей. Оказалось, что это более фундаментальная проблема: с добавлением новых слоев ошибка возрастает не только на тесте, но и на тренировочном наборе.

ResNet модель. Чтобы решить проблему деградации, команда Microsoft Research разработала новую идею: глубокое остаточное обучение, которое легло в основу сети ResNet, а также многие последующие работы. В базовой структуре новой модели нет ничего нового: это слои, которые следуют один за другим. Отдельные уровни, строительные блоки сети также выглядят вполне стандартно, это просто сверточные слои, обычно с дополнительной нормализацией для мини-пакетов. Разница в том, что в остаточном блоке слой нейронов можно «обойти»: существует особая связь между выходом предыдущего слоя x (k) и следующим слоем x (k + 1), который идет напрямую, а не через слой, вычисляющий что-то.

Все это позволяет тренировать очень и очень глубокие сети. Kaiming Он называет это «революцией глубины»: в VGG было 19 уровней, в GoogLeNet - 22 уровня, в первой версии ResNet - сразу 152, а в последних версиях сетей с остаточными соединениями можно обучать сети. до тысячи уровней в глубину без проблем.

Предлагаемая модель. В нашей архитектуре размер входного изображения составляет 32 × 32. В качестве входных данных используется тензор размером 1024 пикселя каждый. Мы начали с

загрузки данных и преобразования их в массив изображений с 4 измерениями. Наша нейронная сеть состоит из 17 слоев. Первый сверточный слой имеет ядра 5 × 5, а остальные сверточные слои 3 × 3. Второй сверточный слой преобразует 32-мерный вектор признаков в 64, а третий в 128. Мы используем пулы 2 × 2. Слои пула используют неперекрывающееся соединение 2x2, поэтому здесь происходит понижающая выборка. Затем, в полностью подключенном к каждому входу, каждый узел в следующем слое будет подключен, вместо этого некоторые случайные ребра должны быть отброшены. Это делается в выпадающем слое, и это важно, потому что следует избегать заторов. Все скрытые слои используют функцию активации ReLU (выпрямленный линейный блок).

Прежде всего отметим, что нейроны ReLU более эффективны, чем нейроны на основе логистической сигмоидальной и гиперболической касательной. Следующие идеи, которые начали набирать популярность в последнее время, - это различные модификации и обобщения ReLU, которые пытаются поддерживать вычислительную эффективность, но в то же время добавляют немного гибкости базовому дизайну. Это LeakyReLU. Идея здесь состоит в том, чтобы попытаться улучшить оптимизацию, потому что, если все градиенты строго отрицательны в отрицательной части области определения, эти нейроны не будут обучены вообще. Показано, что в построенных на глубоких акустических сетях LeakyReLU сетях улучшается распознавание речи. По этой причине мы используем его в предлагаемой архитектуре нейронной сети.

Для измерения эффективности нейронной сети мы выбираем метрику. Результатом правильного распознавания рукописного ввода является двоичное решение (да / нет), мы выбираем метрики точности и отзыва. И они рассчитываются на основе таких значений, как количество результатов: истинно положительный, истинно отрицательный, ложно положительный, ложно отрицательный.

$$\textbf{Precision} = \frac{\textbf{True positives}}{\textbf{True positive} + \textbf{False positives}},$$

$$\textbf{Recall} = \frac{\textbf{True positives}}{\textbf{True positive} + \textbf{False negatives}}$$

Предлагаемая архитектура и полная информация представлена в таблице-1. Конечный блок свертки создает карту объектов 8 × 8 × 128. Выходной слой будет иметь 42 узла, каждый узел будет принимать значение от 0 до 1, и он будет представлять каждый символ. Затем он подается на выход 42-softmax, где число соответствует количеству классов символов, рассмотренных в данной работе.

Таблица 1. **Архитектура, используемая для классификации рукописных символов.**

Слой	Размер	Параметры
conv2d_1(Conv2D)	32, 32, 32	832
max_pooling2d_1 (MaxPooling2)	16, 16, 32	0
dropout_1 (Dropout)	16, 16, 32	0
conv2d_2 (Conv2D)	16, 16, 64	18496
leaky_re_lu_1 (LeakyReLU)	16, 16, 64	0
dropout_2 (Dropout)	8, 8, 64	0
conv2d_3 (Conv2D)	8, 8, 128	73856
leaky_re_lu_2 (LeakyReLU)	8, 8, 128	0
max_pooling2d_3 (MaxPooling2)	4, 4, 128	0
dropout_3 (Dropout)	4, 4, 128	0
global_max_pooling2d_1 (Glob)	128	0
dense_1 (Dense)	1024	132096
leaky_re_lu_3 (LeakyReLU)	1024	0
dropout_4 (Dropout)	1024	0
dense_2 (Dense)	42	13325
activation_1 (Activation)	42	0

Во время обучения нейронной сети мы применили параметры гнезда: скорость обучения = 0,001; эпохи = 100; batch_size = 2359; функция потерь: двоичная_кросентропия

Для двоичной классификации функция, которую мы будем минимизировать для набора данных $D = \{(x_i, y_i)\}_{(i=1)}^{N}$, в целом, выглядит как средняя функция кросс-энтропии для набора данных:

$$L(\theta) = -\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left(y_i log\, y_i(\theta) + (1-y_i) log\left(1-y_i(\theta)\right)\right) \quad (5)$$

где y_i - ответ от нейронной сети.

В результате мы получаем непрерывную функцию $L(\theta)$ из вероятностей, предсказанных классификатором, который оценивает, насколько хорошо она предсказывает метки в данных. $L(\theta)$как функция ошибки; это можно дифференцировать, и оптимизация будет работать.

Работа выполнена при поддержке гранта Министерства образования и науки Республики Казахстан в рамках проекта №AP05132648 «Создание вербально-интерактивных роботов на основе современных речевых и мобильных технологий».

ЛИТЕРАТУРА

[1] J. J. Hull, “A Database for Handwritten Text Recognition Research”, IEEE transactions on pa’itern analysis and machine intelligence, Vol. 16, no. 5, May 1994, pp. 550-554

[2] E. Grosicki, H. El-Abed, “Icdar 2011-french handwriting recognition competition”, In Document Analysis and Recognition (ICDAR), 2011 International Conference on, IEEE, 2011, pp. 1459-1463.

[3] L. Jin, Y. Gao, G. Liu, et al. “SCUT-COUCH2009 — a comprehensive online unconstrained Chinese handwriting database and benchmark evaluation”, IJDAR, Vol. 14, 2011, pp. 53–64.

[4] K. Dae-Hwan, Y. Hwang, P. Sang-Tae, K. Eun-Jung, P. Sang-Hoon, B. Sung-Yang. “Handwritten Korean character image database PE92”, IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems, Vol.E79-D, No.7, 1996, pp.943-950.

[5] M. Nakagawa, X. Zhou, C. Liu, D. Wang, “Handwritten Chinese/Japanese Text Recognition Using Semi-Markov Conditional Random Fields”, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 35, no. 10, Oct. 2013, pp. 2413-2426.

[6] A. Mezghani, S. Kanoun, M. Khemakhem, H. E. Abed, “A database for arabic handwritten text image recognition and writer identification”, Frontiers in Handwriting Recognition (ICFHR), 2012 International Conference on, IEEE, 2012, pp. 399-402.

[7] K. Ubul, M. Zunun, A. Aysa, N. Yadikar, U. Yunus, “Creation of uyghur offline handwritten database”, Systems, Signal Processing and their Applications (WoSSPA), 2013 8th International Workshop on, IEEE, 2013, pp. 291-295.

[8] M. Sagheer, C. He, N. Nobile, C. Y. Suen, “A new large urdu database for off-line handwriting recognition”, In Image Analysis and Processing, ICIAP 2009 , pp. 538-546.

[9] B.V.R.G.Benne, “Kannada, Telugu and Devanagari Handwritten Numeral Recognition with Probabilistic Neural Network : A Novel Approach”, IJCA Special Issue on “Recent Trends in Image Processing and Pattern Recognition” , 2010

[10] M. R. Hussain, A. Raza, I. Siddiqi, K. Khurshid & C. Djeddi, “Erratum to: A comprehensive survey of handwritten document benchmarks: structure, usage and evaluation”, EURASIP Journal on Image and Video Processing, Vol. 2016, No. 38, 2016.

[11] Y. LeCun, L. Bottou, Y. Bengio, P. Haffner, “Gradient-based learning applied to document recognition”, Proceedings of the IEEE, Vol. 86, No. 11, 1998, pp. 2278-2324.

[12] T. Merembayev, R. Yunussov, Y. Amirgaliyev, “Machine Learning Algorithms for Classification Geology Data from Well Logging”, In 2018 14th International Conference on Electronics Computer and Computation (ICECCO), IEEE., 2018, pp. 206-212.

[13] Y. Amirgaliyev, S. Shamiluulu, T. Merembayev, & D. Yedilkhan. “Using Machine Learning Algorithm for Diagnosis of Stomach Disorders”. In International Conference on Mathematical Optimization Theory and Operations Research, Springer, Cham, July 2019, pp. 343-355.

[14] O. Surinta, M. Karaaba, R.B. Schomaker, M. A. Wiering, “Recognition of handwritten characters using local gradient feature descriptors”, Engineering Applications of Artificial Intelligence, Vol. 5, October 2015, pp. 405–414.

[15] O. Deniz, G. Bueno, J. Salido, F.D. Torre, “Face recognition using histograms of oriented gradients”, Pattern Recognit. Lett. Vol. 32 No. 12, 2011, pp. 1598–1603.

[16] S.E. Lee, K. Min, T. Suh, “Accelerating histograms of oriented gradients descriptor extraction for pedestrian recognition”, Comput. Electr. Eng., Vol. 39, No. 4, 2013, pp. 1043–1048.

[17] L. Botton, C. Cortes, J.S. Denker, “Comparison of Classifier Methods: Case Study in Handwritten Digit Recognition”, Proceedings of the 12th IAPR International Conference on Pattern Recognition, USA, California, Vol.3, 1994.

[18] H. Zhonga, J. Wang, H. Jiac. Y. M. Shilei, “Vector field-based support vector regression for building energy consumption”, Applied Energy, Vol. 242, 2019, pp. 403-414.

[19] Vempati, Sreekanth and Vedaldi, Andrea and Zisserman, Andrew and C. V. Jawahar, “Generalized rbf feature maps for efficient detection”, Proceedings of the British Machine Vision Conference, BMVA Press, September 2010, pp. 1-11.

[20] A. Vedaldi and A. Zisserman. “Efficient additive kernels via explicit feature maps”, in IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 34, no. 3, March 2012, pp. 480-492.

[21] Z. Zhong, L. Jin and Z. Xie, "High performance offline handwritten Chinese character recognition using GoogLeNet and directional feature maps," 2015 13th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR), Tunis, 2015, pp. 846-850.

[22] E. Chammas, C. Mokbel and L. Likforman-Sulem, "Handwriting Recognition of Historical Documents with Few Labeled Data," 2018 13th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems (DAS), Vienna, 2018, pp. 43-48.

[23] G. E. Hinton, N. Srivastava, A. Krizhevsky, I. Sutskever and R. R. Salakhutdinov, “Improving neural networks by preventing co-adaptation of feature detectors”, ArXiv abs/1207.0580, 2012: n. pag.

[24] N. A. Fedin, A. Yu. Istratov, “Formation of the base of segmented hand-written the Russian language symbols” , Vestnik komp'yuternykh i informatsionnykh tekhnologiy, 2013. № 7. pp. 36-41.

Елеусинов А., Амиргалиев Е., Тайзо М.

Негізгі құрал және қазақ тіліндегі мәндерді өндіру өндіру әдістері мен алгоримиттері

Аңдатпа. Қолмен жазылған мәтіндерді әр түрлі тілдерде тану жақында зерттеушілер арасында әдістерді, алгоритмдер мен машиналық оқыту технологиясын, терең оқыту мен компьютерлік көру қарқынды дамуына байланысты үлкен қызығушылық тудырды. Бұл жұмыста біз қазақ тіліне арналған қолжазба базасын құру және нейрондық желіні оқыту және одан әрі өңдеуге арналған мәліметтер базасын құру кезеңдерін қарастырамыз. Офлайн режимінде қолжазба мәтіндерін тану үшін кеңінен қолданылатын машиналық оқыту алгоритмдерін қолдану нәтижелері келтірілген.

Кілттік сөздер: қолжазбаны тану, терең оқыту, SVM, CNN.

UDC 661.66+577.1

[1]M. Kambatyrov, [1]U. Nazarbek, [2]I. Petropavlovskiy
([1]M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan,
[2]D.I.Mendeleyev Russian Chemical-Technological University, Moscow, Russia,
unazarbek@mail.ru)

RESEARCH OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF SHUNGITE FOR USE IN THE PRODUCTION OF FEED ADDITIVES

Summary. This article presents the results of the study of the mineral shungite for its further use in the production of feed additives. The use of the mineral shungite as a feed additive for farm animals and birds is considered. This is a necessary condition for the full realization of their potential with intensive use. The results of research have shown that the introduction of shungite in the feed will help to improve its quality. This makes it relevant to search for new approaches to the composition of diets, preparation of feed for feeding, which contribute to providing the body with the necessary amount of vitamins and minerals to increase the body's resistance to adverse environmental factors.

Key words: feed, feed additives, shungite, farm animals, birds

Introduction

An important factor in increasing the quality of livestock products is the creation of a highly efficient feed utilization system. Farm animals, which include birds (chickens, ducks, turkeys, geese, etc.), pack animals, cows, sheep, etc., are divided into producers and meat. Their diet depends on this [1]. The need for additives makes it necessary to provide the animal body with all the necessary vitamins and trace elements, because this is the only way to be sure that the final product – meat, will be truly useful for humans. High-

quality feed additives, provided they are used correctly and in a balanced manner, will ensure normal metabolism in the animal's body, healthy functioning of all internal organs and systems, and provide additional weight gain [2].

The process of feeding farm animals inevitably affects productivity indicators, and the quality of the resulting product directly depends on the correct choice of feed additives. The range of different feed additives used is constantly expanding. We are searching for new feed products that are suitable for saturating diets with missing nutrients. The source of macro-and microelements can be natural mineral resources. In solving this problem, a certain role is played by natural shungites – specific carbon-containing rocks that received their name from the name of the Karelian village of Shunga on the shore of lake Onega [3].

The world's largest shungite deposit is located on the Northern coast of lake Onega in the Medvezhyegorsky district of the Republic of Karelia on an area of 22 thousand hectares. Its reserves are estimated at about 1 billion tons, and the approved reserves of the Zazhoginsky field are 30 million tons [4].

There are several shungite deposits in Kazakhstan. In Aktobe region there is a field, a lighthouse with reserves of 19.7 million tons shungite, and field Akbalyk with reserves of 9 million tons, in the Eastern Kazakhstan region explored Bakyrchik Deposit, with reserves of high-carbon and medium-carbon rocks of 23.8 million tons. In Almaty region stocks of shungites are in the field Koksu resources containing rocks to a depth of 100 m at the category P_3 are 50,22 million tons with the average content of C_{org} of 10%. In 2002, a plant for processing shungite raw materials was built here [5].

Shungite is a rare natural mineral of black color, it is well ground, has many unique properties, contains 31 chemical elements, 17 of which can be added to animal diets. It is of undoubted interest for agriculture, animal husbandry, poultry [6].

The use of shungite in animal husbandry and veterinary medicine is one of the most urgent tasks in solving the productivity of farm animals and birds. Ion exchange, adsorption, catalytic and other properties of shungite allow it to be used as mineral additives to feed, as catalysts and stimulants. The presence of carbon in shungite with a globular supramolecular structure in a metastable state has a positive effect on digestion, contributes to the neutralization and removal of harmful substances from the body of birds [7].

Materials and methods

In the course of the research, shungite produced by "Koksu Mining Company" LLP was used, which is offered as a feed additive for farm animals and birds. Shungite was crushed and analyzed for quantitative composition with a scanning electron microscope JSM-6490l V (Jeol, Japan).

To determine the qualitative composition, the resulting product was subjected to IR spectral analysis on the Specord-75 IR device in the range of 4000-450 cm^{-1}. The results of these studies are shown in accordance with Figure 2.

Results and discussion

Research on SEM showed that in the shungite of the Koksu deposit, the main mass fraction is represented by compounds of carbon (59.37%), oxygen (27.74%) and silicon (9.31%), and the rest of the composition is chemical substances, which include aluminum (1.44%), potassium (0.51%) and magnesium (0.15%). The percentage of atoms in the test sample also shows a similar pattern, and the number of atoms is: C (69.49%), O (24.37%), Si (4.66%), Al (0.75%), K (0.18%), and Mg (0.09%) (Table 1).

Table 1 - **Elemental chemical composition of shungite**

Element	Weight %	Atomic %
C	59.37	69.49
O	27.74	24.37
Mg	0.15	0.09
Al	1.44	0.75
Si	9.31	4.66
S	0.38	0.17
K	0.51	0.18
Ti	0.12	0.03
Fe	0.97	0.24

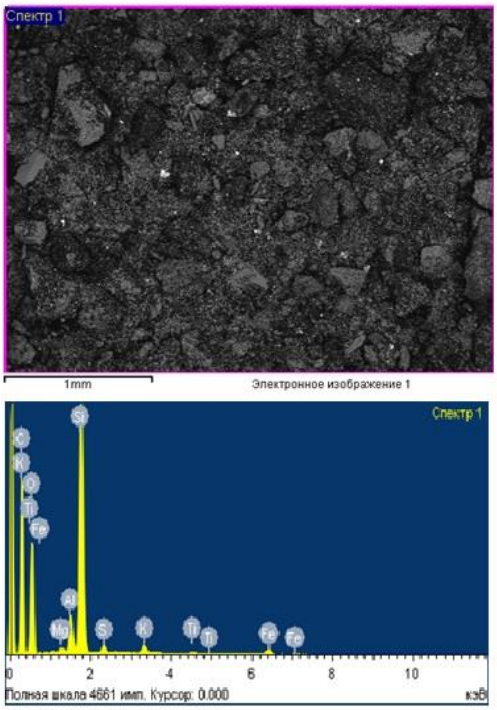


Figure 1 - Shungite spectrogram and microphotography

As shown by the results of analyses in shungite of Kazakhstan origin, the structure-forming elements are carbon, oxygen and silicon.

It should be noted that the value of such a mineral element as silicon for the body has not been studied enough, so the rate of its content in the diet and methods of its use in feeding have not been developed. It is established that silicon is a part of all organs and tissues of animals and birds. In the ash of feathers, it is contained in the range of 40-70%, depending on the age of the bird. The mineral takes an active part in the processes of calcification in the formation of bone tissue, plays an important role in the growth of wool and horns of animals, poultry feathers [6].

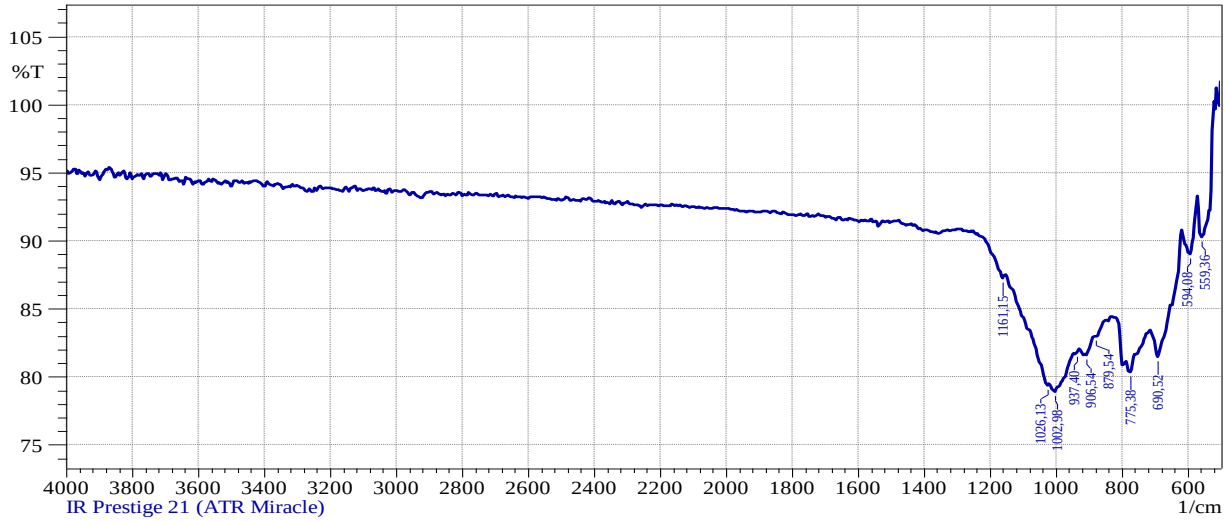


Figure 2 – IR-Fourier absorption spectra of the obtained shungite

Therefore, the use of shungite for domestic farm animals and birds as a feed additive that improves the adsorption of toxic substances, digestive processes and serves as a source of macro - and microelements is rational. In order to identify Toxicological properties, it is necessary to conduct a set of studies and study the effects of a mineral-based feed additive on hematological indicators, as well as on the quality of products.

Conclusion

Shungite by its chemical composition is suitable for use as a feed additive for farm animals and birds, as well as a basis for obtaining veterinary biologics. The results of the studies showed that the introduction of shungite in the feed will help to improve its quality. This makes the issue of searching for new approaches to the preparation of diets, preparation of feed for feeding, which contributes to providing the body with the necessary amount of vitamins and minerals, to increase the body's resistance to adverse environmental factors, relevant.

REFERENCES:

[1] Filippov M. M., Deines Yu. E. Prospects for reproduction of shungite reserves in Karelia // Gornyi Zhurnal. – 2019. – Vol. 3. – P.66-70.

[2]KadikovI.R., Biktashev R.U., Konyukhova V.A., Papunidi K.H., Zakirova G.Sh., Gubeeva E.G. Use of shungite and zeolite in chicken-broiler diets // Veterinary. – 2020. – Vol. 2. – P. 60-64.

[3] Chazhengina S.Y., Kovalevski V.V. Raman spectroscopy of weathered shungites // J. Raman Spectr. - 2017. – Vol.48, Iss.11. - P. 1590–1596.

[4] *Deines Yu., Kovalevski V., Kochneva I., Moshnikov I., Rozhkova V.* Physical and chemical properties of shungite rocks from different stratigraphic levels of the Zaonega formation // Transactions of KarRC of RAS, “Precambrian Geology” series. – 2020. – Vol.2. – P. 84-89.

[5] Mussina U.S., Samonin V.V. Carbon-mineral structure of shungit breeds at Koksusky's field of Kazakhstan // Bulletin of the Saint Petersburg State Institute of Technology (Technical University). – 2013. – Vol. 19(45). - P.039-041.

[6] Polinina I.A., Vysotskii V.V., Senchikhin I. The effect of modification on the physicochemical characteristics of shungite // Colloid Journal. – 2017. – Vol. 79(2). – P.244-249.

[7] Shanina S.N., Golubev Y. Amino Acids in the Karelian Shungites // Geochemistry International. – 2019. – Vol. 48(9). – P. 917-931.

Камбатыров М., Назарбек У., Петропавловский И.

Азық қоспаларының өндірісінде қолдану үшін шунгиттің физика-химиялық қасиеттерін зерттеу

Түйіндеме. Мақалада шунгит минералын одан әрі азықтық қоспаларды өндіруде қолдану үшін зерттеу нәтижелері келтіріледі. Шунгит минералын ауыл шаруашылығы жануарлары мен құстарына жемдік қоспа ретінде пайдалану қарастырылады. Бұл қарқынды пайдалану кезінде олардың әлеуетті мүмкіндіктерін толық іске асыру үшін қажетті шарт болып табылады. Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері жемге шунгитті енгізу оның сапасын жақсартуға көмектеседі. Бұл ағзаны қоршаған ортаның қолайсыз факторларының әсеріне ағзаның тұрақтылығын арттыру үшін қажетті витаминдер мен минералды заттардың санымен қамтамасыз етуге ықпал ететін рациондарды құрастырудың, азық қоспаларын дайындаудың жаңа тәсілдерін іздеудің өзекті мәселесі болып табылады.

Кілт сөздер: азық, азық қоспалары, шунгит, ауыл шаруашылығы жануарлары, құстар.

Камбатыров М., Назарбек У., Петропавловский И.

Исследование физико-химических свойств шунгита для применения в производстве кормовых добавок

Резюме. В статье приводятся результаты исследовании минерала шунгита для применения его в дальнейшем в производстве кормовых добавок. Рассматривается использование минерала шунгита в качестве кормовой добавки для сельскохозяйственных животных и птиц. Это является необходимым условием для полной реализации их потенциальных возможностей при интенсивном использовании. Результаты проведенных исследований показали, что введение шунгита в корм поможет улучшить его качество. Это делает актуальным вопрос поиска новых подходов к составлению рационов, подготовки кормов к скармливанию, способствующих обеспечению организма необходимым количеством витаминов и минеральных веществ, для повышения устойчивости организма к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды.

Ключевые слова: корма, кормовые добавки, шунгит, сельскохозяйственные животные, птицы.

T. Tuseyev , Zh .K. Toksanbayev
(al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
e-mail: jaks_1997t@mail.ru)

STUDY OF THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF MATERIALS REQUIRED FOR HYDROGEN ENERGY

Abstract: Oil and gas consumption increased sharply in the 20th century. Frequent transportation of petroleum products has also caused many environmental disasters. Due to a tank accident and a breakdown in oil pipelines, offshore oil can be life threatening.

The rapid development of transport and modern energy has led to a sharp deterioration in humanity and environmental degradation over the past decade. Depletion of resources will increase the number of nuclear power plants in industrialized countries. The problem of radioactive waste management is an acute one. Taking into account the danger of this development, scientists focused on renewable energy sources, including hydrogen.

Key words: hydrogen sensor, proton conductivity, thermo - respiratory spectroscopy.

Т. Тусеев, Ж.К. Тоқсанбаев

СУТЕГІ ЭНЕРГЕТИКАСЫНА ҚАЖЕТТІ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Андатпа: Адамзаттың мұнай мен газды тұтынуы хх-шы ғасырда күрт артты. Мұнай өнімдерінің жиі тасымалдануы да көптеген экологиялық апаттардың себебі болды. Танкерлердің апатқа ұшырауы, мұнай құбырларының үзілу себебінен теңізге құйылатын мұнай, ондағы тіршілік көздерін уландырып, өмір сүруіне қауіп төндіреді.

Көлік және қазіргі заман энергетикасының одан әрі қарқынды дамуы адамзатты, экологиялық жағдайдың күрт нашарлауына әкеліп соғатыны соңғы он жылдықта айқын көріне бастады. Қазба байлықтар қорының таусылуы, индустриалды дамыған мемлекеттердегі атомдық энерго-қондырғылардың тармақтарын көбейтуге мәжбүр етеді. Радиоактивті қалдықтарды пайдалану мәселесі күрт асқынды. Осы дамудағы қауіпті жағдайларды есепке ала отырып, ғалымдардың назары, бастапқы қалпына келетін энергия көздеріне, оның ішінде сутегі энергетикасына ауды.

Кілттік сөздер: Сутегі датчигі, протондық өткізгіштік, термодесорбциялық спектроскопия.

Сутегі энергетикасы туралы айтқанда оның тиімділігімен қатар, қауіпсіздік зардаптарын ескермеуге болмайды. Сутегі – улы газ емес, бірақ оның өртену және жарылу қауіпі бар. Жоғарғы температурада ол өзінен-өзі тез тұтанғыш келеді. Қауіпсіздік шараларын қамтамасыз ету үшін қосымша қаражат керек, дамыған мемлекеттердің көпшілігі бұл шығындарға баруға дайын [1].

Сутегінің отын ретіндегі негізгі артықшылықтары:

- қорының сарқылмайтындығы;
- экологиялық қауіпсіздігі;

Сутегі – букіл ғаламшарда ең көп таралған зат (есептеулер бойынша ол жұлдыз массасының жартысына жуығын және жұлдызаралық газдың үлкен бөлігін құрайды). Дүниежүзілік мұхит суының құрамында $1{,}2*10^{17}$ т. сутегі бар [2].

Перовскит құрылымды күрделі оксидтерді ғылыми және практикалық жағынан қараған көзқарас бойынша, олардың құрамы мен протон өткізгіштігі өте жақсы. Берілген материалдар жанғыш элменттер мен сутектік датчиктер негізінде практикада қолднауға мүмкіндік береді. Протондық өткізгіштік қазіргі кезде кең қолданылып жатқанымен, оны зерттеу жұмыстары әлі күнге дейін жүргізіліп жатыр.Термодесорбциялы спектроскопия(ТДС)әдісі сутегі, оттегі және барий мен стронций цератын зеттеуге қолданылады. Су молекуласының десорбциясы стронций цератында пайда болғанда, барий цератынан сутегі мен оттегінің шығыс молекулалары табылған.

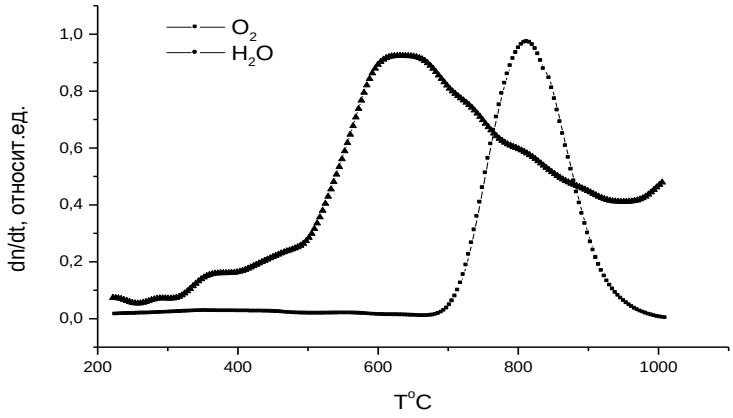
Допирленбеген барий цератының термодесорбциялық спектр пішіні төменгі және жоғарғы температуралы қаймақтарда фазалық көшуді көрсетеді. Молекулалық оттегінің десорбция үрдісі екінші ретті кинетикалық теңдеумен жазылуы мүмкін. Оттегі десорбциясының активтендіру энергиясы анықталған [3].

Протондық өткізгіштің құрамы гидрооксид, сутегі және әсіресе тордағы оттегі ионына байланысты болады. Кең тараған протондық перовскиттағы протонды тасымалдауға оттегі протон үшін қармақ болады және протонның араласып кетуіне мүмкіндік жасайды. Міне сондықтан тордағы оттегі мен оның өтуін бөлген жөн. ТДС әдісі берліген зерттеулерде қолданылған. Бұл әдістің негізгі қағидасы белгілі бір жылдамдықпен вакуумде қыздыру үрдісі кезіндегі газ десорбциясын өлшеу. Берілген әдіс десорбцияланушы газдарды идентификациялауға мүмкіндік береді және қатты денедегі газдың жүрісі мен энегетикалық қалыпы туралы ақпарат береді.

Барий мен стронцийдің керамикалық цераттары жоғарғы температурада бірінен соң бірі жүретін ұнтақтау, пресстеу, күйдіру процедураларынан тұратын қатты денелер технологиясымен алынады. Максимал тығыздық пен гомогенді үлгілерді алу үшін бұл циклді 2 - 3 рет қайталанады [4].

НӘТИЖЕЛЕРІ

Термодесорбциялық тәжірибелерінің нәтижелері қандай да бір газдың тұндырылған үлгілерден шығуы байқалмайтындығын көрсетті. Бұл факт зерттеулердің гомогендігін және оттегі торындағы жоғарғы байланысты көрсетеді. Күйдіруден кейін ауада немесе “дымқыл” азотта тұндырылған барий цератынан су мен оттегі молекуласы бөлінгенін байқауға болады.



1-сурет. Допирленген барий цератын ауада немесе сұйық азотта жасытудан кейін термодесорбция спектрінде су мен молекулалық оттегінің бөлінуі

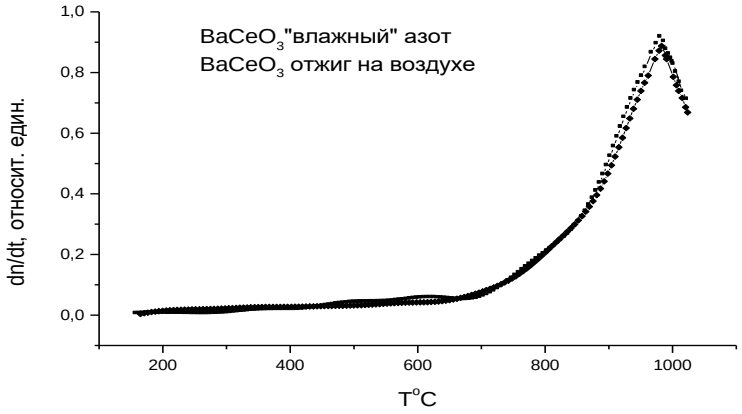
Осыған орай жасыту режиміне байланысты оттегінің десорбция жылдамдығы температураның максимумының жылжығанын көруге болады.

Тұндырылмаған барий цератында сутегі, судың немесе оттегінің десорбциясы байқалмады, судың немесе оттегінің церат торында еруі үшін міндетті түрде ауа болуы керек. Осы уақытта мөлшерден тыс оттегі молекуласының бөлінуі жоғары температура аймағынан табылған.

Жоғарғы температура нүктесі тұндырылған және тұндырылмаған барий цератында әр түрлі физикалық үрдістерге байланысты екенін көрсетеді. Бірінші жағдайда оттегі ауадан шығады, онда фазалы көшудегі сияқты тетракуб оттегінің шығуын жеңілдетеді. Мұндай көшу тек қана барий цератында ғана кездеседі. Тағы бір айта кететін жайт, төменгі температурадағы тұндырылмаған $BaCeO_3$-да судың қарқынды бөлінуі пайда болған [5].

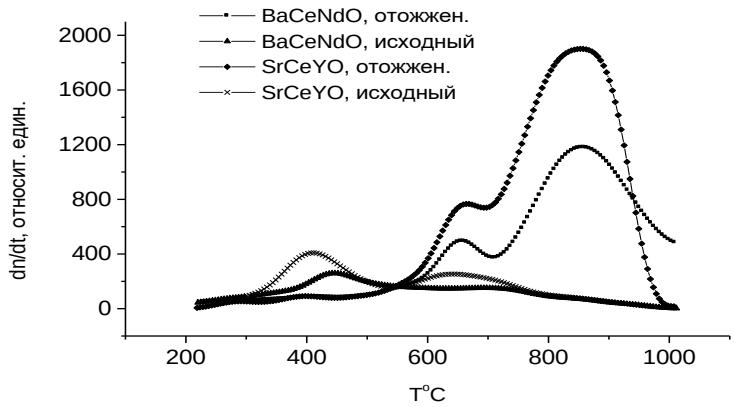
Мүмкін, берліген шығыс фазалы көшірумен жеңілдетілген болар (немесе айнымалы валенттілікпен Ce^4).

Экспериментті салыстыру үшін стронций цератын итриймен тотықтырған. Бұдан $SrCe_{0.95}U_{0.05}O_3$-даешқандай газдың шығуы байқалмаған және тек судың молекуласы ғана жасытудан кейін ғана байқалған. $SrCe_{0.95}U_{0.05}O_3$-дағы суға қарағанда, $BaCe_{0.9}Nd_{0.1}O_3$-да судың мөлшері көбірек.



2-сурет. Барий цератынауада және сұйық азотта күйдіргеннен кейін таза үлгілерінен бөлінетін молекулалық оттегінің спектрі

Тек қана су молекуласының десорбциясы атмосферадағы жасытудан кейін стронций мен барий цераты тотығынан алынады (P_{O2}~2*10^{-7} atm). $BaCe_{0.9}Nd_{0.1}O_3$-даоттегі десорбциясы байқалмады. Одан басқа, көміртегі диоксидінің барий мен стронций цераттары сияқты ауада немесе"дымқыл" азота бөлінуі байқалды [6].



3-сурет. Барий және стронций цераттары үлгілерінен көміртегі диоксидінің бөліну спектрі

Төменгі температурада ТД спектрінде әлсіз көміртек диоксиді табылды. (T~430 және 650^0C). Қайталама жасыту кезінде төменгі температуралық шыңның жоғалып және жоғарғы шыңды температураның T~850^0с-та қалыптасуы пайда болады. Біздің ойымызша барий цераты көміртегі диоксидімен $BaCO_3$ түзе отырып әрекеттесе алады. Мүмкін,$BaCO_3$ 600^0C-тан жоғары температурада пайда болады. Суретте CO_2 –нің оксидтен шығу стадиясы көрсетілген**.**

Тотықтырылған цератты ауада немесе "дымқыл" азотта жасыту кезінде оксидте су молекуласының диссоциациативті ерігіштігі пайда болады. Мұндай негіздік-қышқыл нәтижесінде гидроксидті ион және протон пайда болады. Гидроксидті ион оттегі, ал протон-оттекті "иесі". Олай болса, торда екі гидроксидті ион түзіледі. Берілген үрдіс келесі түрде болады[7]:

$$H_2O \Leftrightarrow OH^- + H^+$$
$$OH^- + H^+ + V_0^{00} + O^x{}_0 \Leftrightarrow 2OH_0^{\ 0} \qquad (1)$$

Заттар оттегінің жеткілікті жоғарғы температурадағы қысымынан жасытуына байланысты оттегінің цераттарына енуі мүмкін:

$$\tfrac{1}{2}O_2 + V_0^{00} + 2e^- \Leftrightarrow O_0^x \qquad (2)$$

Вакуумде үлгілерді жасыту кезінде бірінші және екінші реакция қарама-қарсы бағытта жүреді. Нәтижесінде тотықтырылған барий цератының термодесорбция спектрінде судың шыңы мен молекулалық оттегі байқалады. Оттегінің тормен байланысы протон қосылысын әлсіретеді, сондықтан екі гидроксид ионы оксидтегі судың десорбциясына жауапты. Сондықтан біз барий цератындағы оттегінің әлсіз байланысын қарастырамыз[8].

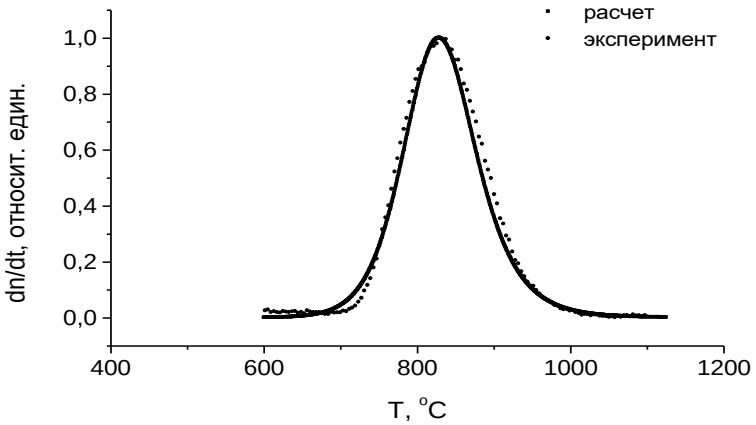
Оттегі молекуласын жасау үшін оттегі иондары бір бірімен бірігуі керек, оттегі шығысының кинетикасы келесі екінші ретті теңдеумен жазылады:

$$\frac{dn}{dt} = -\nu n^2 \exp\left(-\frac{E}{RT(t)}\right) \qquad (3)$$

мұнда n(t) – оттегі концентрациясы, E-десорбцияның активизация энергиясы, T-температура, ν - еркін фактор [9].

ҚОРЫТЫНДЫ

Мұндай жағдай оттегі шыңының дұрыс симметриялы пішінімен және барий цераты торындағы оттегі концентрациясының десорбция температурасының жылдамдығына байланысты нақтыланады (4 сурет): оттегі концентрациясы жоғары болған сайын, оттегі шыңының температурасы төмен болады. Оксидтегі оттегінің әртүрлі концентрациясы ондағы әртүрлі заттар есебінен жүргізіледі (әртүрлі температурадағы жасыту және оттегі қысымы). Бұл жағдайда оттегі шығысы бірінші ретті теңдеумен немесе оттегі диффузия реакциясымен жазыла алмайды. Десорбцияның активация энергиясы анықталды, ол $2.99eV$ энергияны құрады. Ал $\nu = 10^{13}c^{-1}$ екендігі анықталды. Эксперименттік және есептік оттегі десорбция спектрі суретте көрсетілген. Бұдан өте жақын сәйкестікті байқауға болады.



4-сурет. Эксперименттік және есептік оттегі десорбция спектрі

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Хромушин И.В., Аксенова Т.И., Мунасбаева К.К., Тусеев Т.Т., Ермолаев В.Н., Ермолаев Ю.В., Сеитов А.С. Эволюция структуры и свойств церата бария при облучении ионами инертных газов // Доклады XVI Российской конференции по физической химии и электрохимии расплавленных и твердых электролитов. - Екатеринбург, 2013. – С.240-242.

[2] Khromushin I.V., AksenovaT. I., TuseyevT., MunasbaevaK.K., ErmolaevYu.V., Ermolaev V.N., Seitov A.S. Modification of barium cerates by heavy ion irradiation. AdvancedMaterialsResearch, 2013, Vols 781-784, pp. 357-361.

[3] Хромушин И.В., Аксенова Т.И., Тусеев Т., Мунасбаева К.К., Ермолаев Ю.В., Ермолаев В.Н., Сеитов А.С. Влияние тяжелых заряженных частиц на структуру и свойства керамического церата бария // Сборник

научных статей по итогам международной научно-практической конференции. – 2014. – С. 173-178. Санкт-Петербург.

[4] Хромушин И В, АксеноваТ. И., ТусеевТ.,Мунасбаева К., Ермолаев Ю., Ермолаев В.Н., Сеитов С. Фазовые и структурные превращения в допированномцерате бария после облучения тяжелыми ионами. Известия высших учебных заведений ФИЗИКА, Том 57, Октябрь № 10/3, С.288-293.

[5] Хромушин И.В., Аксенова Т.И., ТусеевТ. ,Мунасбаева К.К., Ермолаев Ю.В., Ермолаев В.Н., Сеитов А.С., Абылаева А.А., Тургамбаев Б.О. Радиационно-индуцированные изменения структуры и свойств керамического церата бария. Сборник трудов Международной конференций. Санкт-Петербург, 2015. Стр.173-179.

[6] I.V. Khromush in, T I Aksenova, T Tuseev, K KMunasbaeva, Yu V Ermolaev, V N Ermolaev and A. S. Seitov. Particularities of Radiation Defect Formation in Ceramic Barium Cerate. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 81 (2015) 012037, p.1-7.

[7] Хромушин И.В., Аксенова Т.И., Тусеев Т., Мунасбаева К.К., Ермолаев Ю.В., Ермолаев В.Н., Сеитов А.С., Ахметова Э.Н., Аутов Т., Бинязов А. Синтез высокоэффективных протонных проводников посредством радиационного модифицирования перовскитных АВО3 наноструктур. Сборник трудов Международной конференций. Санкт-Петербург, 2016. Стр.173-175.

[8] Ю.М. Байков. Интеркалированный водород в купрате бария-иттрия: состояние и подвижность «гостя», модификация свойств хозяина. ФТТ, 2000, т.42, вып.6. с 995-1003.

[9] М.Е. Компан, Ю.М. Байков, Б.А.-Т. Мелех, А.В. Якубович. Спектры люминесценции номинально чистых кристаллов перовскитов ВаСеО3. ФТТ, 2002, т. 44, вып.7. с. 1211-1214.

Тусеев Т., Тоқсанбаев Ж.К.

Исследование физико-химических свойств материалов для водородной энергии

Резюме: Потребление нефти и газа в XX веке резко возросло. Частые перевозки нефтепродуктов также вызвали много экологических катастроф. Из-за аварии танков и поломки нефтепроводов морская нефть может угрожать жизни.

Быстрое развитие транспорта и современной энергетики привело к резкому ухудшению человечества и ухудшению состояния окружающей среды за последнее десятилетие. Истощение запасов ресурсов позволит увеличить количество атомных электростанций в промышленно развитых странах. Проблема обращения с радиоактивными отходами является острой. Принимая во внимание опасность этого развития, ученые сосредоточились на возобновляемых источниках энергии, в том числе водородной.

Ключевые слова: датчик водорода, протонная проводимость, термодореспиративная спектроскопия.

УДК 511.348

A.Shakenova[1], R.Shakenova[2]
([1] Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,
[2] Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
E-mail:shakenovaalua72@gmail.com)

THE PRIME GENERATING TRIPLES AND BINOMIAL DISTRIBUTION

Abstract. In the first paper we have formulated the conjecture and stated the properties of prime generating triples. [1] In this scientific work we continue researching our triples. Firstly, we'll extend the proof of one property, given in the first paper, showing that it is fully satisfies to Elliot-Halberstam conjecture. Secondly, I will try to link my conjecture to Binomial distribution and prove that the primes generated by our triples get rarer when n goes to infinity. The experiment was made for n ϵ[5,548] obtaining 13115 distinct values. The histogram was plotted in R.

Key words: Generators of primes, triples, coprimes, random variable, binomial distribution

Introduction

For any integer number n, where n>5 and n≠6, there exist integers a and b, a<b<n and a, b, n are coprime, such that a*b± n, b*n± a, a*n± b all are prime numbers $n<p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6<n^2$. For example take (3, 4 ,5) generate 7, 17, 11, 19, 17 and 23. We call a, b, n generators of primes and (a, b, n) triple.

Linking our triples' property to Elliot-Halberstam conjecture.

Returning to the first paper [1] we'll apply J.Maynard's [2] and [3, 4, 5] suggestion to our results. J.Maynard in his work "Small gaps between primes" applied the following Elliot-Halberstam conjecture, that

$$\lim_{n} \inf (p_{n+1} - p_n) \leq 12$$

We check this conjecture for our experimental results, assuming that this conjecture is true.

If a+b = n the two generated primes are consecutive numbers:

$$\begin{cases} p1 = (n-a)a - n = na - a^2 - n \\ p2 = (n-a) * a + n = na - a^2 + n \\ p3 = (n-a)n - a = n^2 - an - a \\ p4 = (n-a) * n + a = n^2 - an + a \\ p5 = na - (n-a) = na - n + a \\ p6 = na + (n-a) = na + n - a \\ b = n - a \end{cases}$$

We shall prove that p_2 and p_6 in this system of equations are consecutive prime numbers. Taking the difference

na+ n-a-((n-a)*a+ n) = na+ n –a-na +a^2-n=a^2- a ≤12

$(a+3)(a-4)$ ≤0, a ϵ[-3,4) We consider nonnegative a: a=1,2,3; a=1 does not satisfy to proviso of conjecture, a=2 and a=3 are left. According to the experimental data, demonstrate this property for several triples.

2 9 11
p_1= 2*9-11=7
p_2= 2*9+11=29
p_3=9*11-2=97
p_4=11*9+2=101
p_5= 11*2-9=13
p_6=11*2+9=31

2 11 15
p_1= 2*11-15=7
p_2= 2*11+15=37
p_3=11*15-2=163
p_4=11*15+2=167
p_5= 15*2-11=19
p_6=15*2+11=41

3 4 5
p_1= 3*4-5=7
p_2= 3*4+5=17
p_3=5*4-3=17
p_4=5*4+3=23
p_5= 5*3-4=11
p_6=5*3+4=19

As it is seen for numbers (29, 31), (37,41), (17,19) are consecutive primes. Thus, we checked that Elliot-Halberstam conjecture works on our triples. This is a new important result that will link our work to recent papers in Number Theory.

The difference of our conjecture from existing ones

We demonstrate explicit differences of our conjecture from existing ones. The main significant difference is that our primes obey to certain arithmetic formula, while Bertrand postulate states that random prime exists between n and 2n. The same can be told about Legendre's and Opperman's conjectures. Our primes are obtained from nonlinear function, i.e. quadratic which adds complexity and difficulty in proving. The proof for Bertrand postulate was dealing with Binomial Newton's formula which made it easier and

understandable. Other works were the extension of Bertrand's range: for example Loo [6] proved the existence of prime between 3n and 4n. Balliet [7] proved for (n, kn) applying Erdos's approach slightly modifying it. He also achieved a significant result proving that there are at least n-1 primes between n and n^2 for n>64. It seems that as coefficient before n increases the proof becomes more difficult. Some researchers (not from Number theory) may assume that the conjecture can be proved by Erdos's method, however, they need to keep in mind that our hypothesis deals with quadratic functions (not linear) and here comes the problem with Erdos's solution. Let, a=n-e-d, and b= n-d, where e, d> 1 then we can rewrite the value ab-n as (n-e-d)(n-d)-n= n^2-(e+d+1)*n+ed+d^2 which is nonlinear. For the first time it is better to prove the existence of prime ab-n in the range (n, n^2) as the weak case, then try to prove the conjecture. I will leave the proof for the future papers, and now switch to the discrete distributions. The known common-used discrete distributions are Bernoulli and Binomial for trials. Brief facts about these distributions:[8]

Binomial distribution

The binomial distribution describes the number of times a particular event occurs in N trials. The three conditions underlying the binomial distribution are:

1. For each trial, only two outcomes are possible that are mutually exclusive.
2. The trials are independent.
3. The probability of an event occurring remains the same from trial to trial.

The probability of success (p) and the integer number of total trials (n) are the distributional parameters.

$$\mathrm{N,p: P(X=k)} = \binom{N}{k} p^k (1-p)^{N-k}$$

With mean *Np* and variance *Np(1-p)*

Bernoulli distribution

The Bernoulli distribution is a discrete distribution with two outcomes (e.g., head or tails, success or failure, 0 or 1). The Bernoulli distribution is special case of binomial distribution for one trial. Its mean is p.

Linking experimental results to binomial distribution

We assume that our distribution is binomial. Here, finding prime generators is the number of successes, and failures- not finding them in the given range. To consider for binomial we need to experimentally find the ratio of # (a,b,n) to all possible combinations in the range (1, n). Take n fixed, so we have the $\binom{n-1}{2}$ choices. Since we need to choose a and b from left n-1 numbers. In R we used appropriate packages for frequency, combinatory.

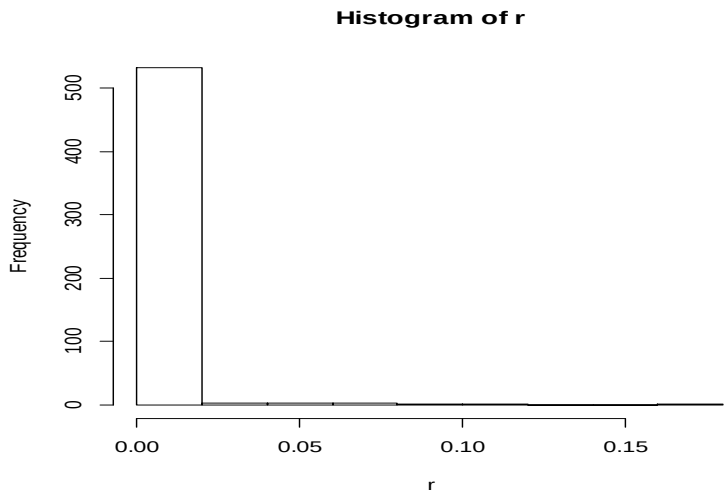


Fig. 9. Histogram for ratio

Here, n=548, and we have 13115 experimental results. Since n increases, the probability of finding generator triples goes to zero. Very small chance to find all 6 prime numbers connected by certain arithmetic operation; this result suggests the irrationality of searching for single primes, since they are becoming sparse.

Mean= 0.002880624; median= 0.0006079027;
Most frequency=1, least=2;

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
7.895e-05	3.523e-04	6.079e-04	2.881e-03	1.334e-03	1.667e-01

Average p=13115/$\sum_{i=3}^{547}\binom{i}{2}$ = 0.000480794

If we take the number of experimental results as the fixed number for certain n
As n goes to infinity
Average p=$\lim_{n} c/\sum_{i=3}^{n}\binom{i}{2}$ = 0;

Conclusion

In this paper new conjecture was formulated: For any integer number n, where n>5 and n≠6, there exist integers a and b, a<b<n and a, b, n are coprime (relatively prime), such that a*b± n, b*n± a, a*n± b all are prime numbers $n<p_1,p_2,p_3,p_4,p_5,p_6<n^2$. The main properties of triples were stated and proven. Furthermore, we can consider finding the triples as success, and we can apply binomial distribution. We conclude that the probability of finding six primes becomes rare, as n goes to infinity.

Further recommendations are to prove analytically the conjecture which will require the knowledge of Group theory (rings, fields) and try to link this to stochastic analysis.

REFERENCES

[1] Shakenova A. HYPOTHESIS OF TRIPLES GENERATING PRIME NUMBERS//Vestnik of KazNRTU-2019.- V.5-#135-pp.599-605

[2] Maynard J. Small gaps between primes//Annual of Mathematics.-2015.-№181.-pp.383-413.

[3] Polymath D.H.J. New equidistribution estimates of Zhang type// Annual of Mathematics.-2014.-V.8.-№9.-pp.2067-2199.

[4] Polymath D.H.J. Variants of the Selberg sieve, and bounded intervals containing many primes. Published in Arxiv 2014. –pp.1-80.

[5] Zhang Y. Bounded gaps between primes//Annual of Mathematics.-2014.-V.2.-№179.-pp.1121-1174.

[6] Loo A. On the Primes in the Interval [3n, 4n] //International Journal of Contemporary Mathematical Sciences, Vol. 6, 2011, no. 38- pp. 1871-1882

[7] Balliet K.D. On the prime numbers in intervals. Master thesis. 2015. 71 pages. Published in Arxiv 2017.

[8] Mun J. Advanced Analytical Models: Over 800 Models and 300 Applications from the Basel II Accord to Wall Street and Beyond/Appendix. 2008. –pp. 899-917.

[9] Paul E. A theorem of Sylvester and Schur.//Journal of London Mathematical Society.-1934.- V.9.- №4.-pp.282-288.

[10]Rosen H.K. Elementary Number Theory and its applications.-Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, 1986.-462 p.

[11]Heath-Brown R., Li X. Almost prime triples and Chen's theorem//Journal of Number Theory.-2016.-№169.-p.265-294.

Шакенова А.Н., Шакенова Р.К.

Тройки, генерирующие простые числа, и биномиальное распределение

Аннотация. В статье [1] была сформулирована гипотеза и доказаны основные свойства троек. В этой научной работе мы продолжаем исследование наших генераторов. Во-первых, мы расширим доказательство одного свойства, приведенное в [1], показав, что оно полностью удовлетворяет гипотезе Эллиота-Хальберштама. Во-вторых, попытаемся связать свою гипотезу с биномиальным распределением. Количество простых чисел, генерируемые нашими тройками, становится реже, когда n стремится к бесконечности. Эксперимент был проведен для $5 \le n \le 548$, получено 13115 различных значений. Гистограмма была построена в R.

Ключевые слова: генераторы простых чисел, тройки, простые числа, случайная величина, биномиальное распределение.

Шакенова А.Н., Шакенова Р.К.

Жай сандарды тудыратын үштіктер және биномиалдық таралу

Түйіндеме. [1] мақалада гипотеза ұсынылды, үштіктердің негізгі қасиеттері дәлелденді. Осы мақалада біз сол генераторларды зерттеуді жалғастырамыз. Біріншіден, біз [1] мақалада берілген бір қасиеттің Эллиот-

Халберштам гипотезасына толықтай сәйкес келетінін көрсетеміз. Екіншіден, гипотезаны биномиальды таралумен байланыстыруға тырысамыз, және n шексіздікке ұмтылғанда, үштіктер сирек кездесетінінін дәлелдейміз. Эксперимент $5 \le n \le 548$ аралығында көрсетілді, 13115 мән табылды. Гистограмма R-дың көмегімен жасалған.

Түйін сөздер: жай сандар генераторлары, үштіктер, кездейсоқ шамалар, биномиалдық таралу.

УДК 532.517.4

Zh.K. Seidulla, M.S. Isatayev, G. Toleuov, M.R. Sultan
(Research Institute of Experimental and Theoretical Physics
Kazakh National University al-Farabi, Almaty, Republic of Kazakhstan
e.mail: Zhanibek.seidulla@kaznu.kz)

CALCULATION OF THE STATIC PRESSURE DISTRIBUTION IN A JET PROPAGATING ALONG A ROUGH CURVED SURFACE

Abstract: The article is devoted to the study of a wall-mounted turbulent jet propagating along rough convex and concave surfaces. Currently, there are no strict analytical calculations of wall-mounted turbulent jets due to the complexity of combining the calculations of the free boundary layer on the outer part of the jets with the boundary layer on the surface of the body streamlined by the jet. The study of the aerodynamics of a jet propagating along a curved surface, both on convex and concave surfaces, makes it possible to approach the theoretical solution of problems of wall-mounted turbulent flow, since the question of flow around a cylindrical surface generalizes a large class of problems of jet flow around a surface of various geometries.

Key words: Turbulence, curved surface, concave surface, the static pressure of the jet.

Ж.К. Сейдулла, М.С. Исатаев, Г. Толеуов, М.Р. Султан
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан. *e.mail*: Zhanibek.seidulla@kaznu.kz)

РАСЧЕТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ В СТРУЕ, РАСПРОСТРАНЯЮЩЕЙСЯ ВДОЛЬ ШЕРОХОВАТОЙ КРИВОЛИНЕЙНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Аннотация. Статья посвящена исследованию пристенной турбулентной струи, распространяющейся вдоль шероховатой выпуклой и вогнутой поверхностей. В настоящее время не имеется строгих аналитических расчетов пристенных турбулентных струй из-за сложности совмещения расчетов свободного пограничного слоя на внешней части струй с пограничным слоем на поверхности обтекаемого струей тела. Изучение аэродинамики струи, распространяющейся вдоль криволинейной поверхности, как на выпуклой, так и вогнутой поверхностях дает возможность подойти к теоретическому решению задач пристенного турбулентного течения, поскольку вопрос об обтекании цилиндрической поверхности обобщает большой класс задач струйного обтекания поверхности различной геометрии.

Ключевые слова: Турбулентность, криволинейный поверхность, вогнутая поверхность, статическое давление струи.

Определение гидродинамических нагрузок является важнейшим моментом при проектировании конструкций круглого сечения. Обтекание цилиндрических тел - чрезвычайно сложное явление, сильно зависящее от многих параметров, которые могут полностью изменить его характеристики. Поэтому аэродинамика цилиндрических поверхностей была одной из наиболее изученных тем в аэро - и гидродинамике в течение последнего столетия. Несмотря на огромное количество исследований [1-3], доступных в литературе, полное понимание эффектов отклонений от теоретического случая идеального цилиндра, по-видимому, еще не доступно; также представляется, что сложность обтекания номинально кругового цилиндра и его сильная чувствительность к небольшим вариациям управляющих параметров будут продолжать мотивировать дальнейшие исследования.

Соответственно, целью данной работы было проведение расчета распределения статического давления в струе, распространяющейся вдоль шероховатой цилиндрической поверхности.

Зная кривизну обтекаемой поверхности, профиль скорости в сечении струи и изменение максимальной скорости и ширины струи по ее длине можно вычислить распределение избыточного статического давления в струе, появляющегося благодаря действию центробежной силы инерции.

Рассмотрим элементарный объем *dxdydz* движущейся со скоростью *U* жидкости в струе, отстоящий на расстоянии *y* от криволинейной обтекаемой поверхности с радиусом кривизны R (рисунок 1).

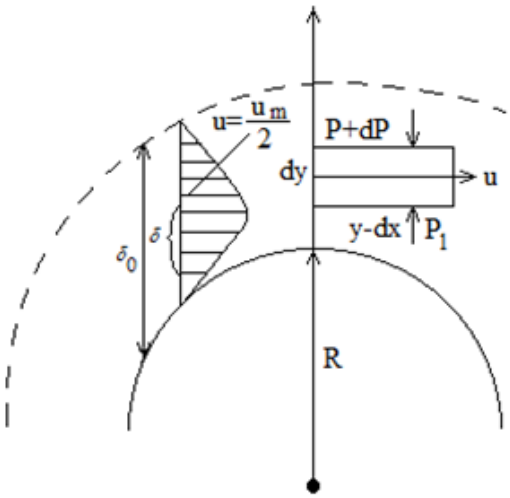


Рис.1. К расчету распределения избыточного статического давления в струе, распространяющейся по криволинейной поверхности

На данный объем жидкости при движении по кривой с радиусом кривизны R±*y* (знак «+» относится к струе на выпуклой поверхности, знак «–» к струе на вогнутой поверхности) действует центробежная сила инерции $\frac{\rho U^2}{R \pm y} dxdydz$, которая компенсируется силой давления, действующей на выбранный объем вдоль оси *y*:

$$(\mathrm{P} + d\,\mathrm{P} - \mathrm{P})dxdydz = \frac{\rho U^2}{R \pm y} dxdydz\,. \qquad (1)$$

Сократим на $dx \cdot dz$ и возьмем интеграл по *y* от *y* до δ_0, где δ_0 – полная ширина струи в данном сечении. При этом учтем, что при $y=\delta_0$, $P=P_0$, где P_0-статическое давление на внешней границе струи. Тогда:

$$\Delta P = P - P_0 = \mp \int_y^{\delta_0} \frac{\rho U^2}{R \pm y} dy\,. \qquad (2)$$

Здесь верхние и нижние знаки соответствуют струе на выпуклой и вогнутой поверхностях.

Представляя безразмерный профиль скорости формулой $\frac{U}{U_m} = 1,426\eta^{1/8}(1-0,503\eta)^{3/2}$, преобразуем (2)

$$\Delta P = \mp \frac{b}{R} \cdot \frac{\delta}{b} \rho U_m^2 \int_{y/\delta}^{\delta_0/\delta} \frac{(\frac{U}{U_m})^2}{1 + \frac{b}{R}\frac{\delta}{b} \cdot \frac{y}{\delta}} d(\frac{y}{\delta})\,. \qquad (3)$$

Введя обозначения $\eta = \frac{y}{\delta}$, $\eta_0 = \frac{\delta_0}{\delta}$ =1,98, $S_R = \frac{b}{R}$ и $a = \frac{\delta}{R} = S_R \cdot \frac{\delta}{b}$, поделив (3) на $\frac{\rho U_m^2}{2}$ получим распределение избыточного статического давления в струе, отнесенное к максимальному скоростному напору в данном сечении:

$$\frac{\Delta P}{\frac{\rho U_m^2}{2}} = \mp 2 \cdot S_R \frac{\delta}{b} \int_{\eta}^{\eta_0} \frac{1,426^2 \eta^{1/4} (1-0,503\eta)^3 d\eta}{1 \pm S_R \frac{\delta}{b}} \eta = \mp 4,067 \cdot a \int_{\eta}^{\eta_0} \frac{\eta^{1/4} (1-0,503\eta)^3 d\eta}{1 \pm a\eta}. \quad (4)$$

Учитывая, что для безотрывного обтекания струи выпуклой криволинейной поверхности a<<1 разложим в ряд:

$$\frac{1}{1 \pm a\eta} = 1 \mp a\eta + a^2\eta^2 \mp a^3\eta^3 + ... \quad (5)$$

Ограничимся членами до третьей степени и подставим разложение в (4)

$$\frac{\Delta P}{\frac{\rho U^2}{2}} = \mp 4,067 a \int_{\eta}^{1,98} \eta^{1/4} (1-0,503\eta)^3 (1 \mp \mathrm{a}\,\eta + \mathrm{a}^2\,\eta^2 \mp \mathrm{a}^3\,\eta^3)\,\mathrm{d}\eta\,. \quad (6)$$

Проинтегрировав и подставив пределы интегрирования, получим окончательно формулу для распределения статического давления по сечению струи на криволинейной цилиндрической поверхности:

$$\begin{aligned} \Delta\overline{P} = \frac{\Delta P}{\frac{\rho U_m^2}{2}} &= \mp 1,4871 a (1 \mp 0,4769 \cdot a + 0,3457 a^2 \mp 0,3141 \mathrm{a}^3) \pm \\ &\mp \big[3,2523 a \cdot \eta^{1,25} (1 - 0,8989\eta + 0,2919\eta^2 - 0,03735\eta^3) \mp \\ &\mp 1,8075 a^2 \eta^{2,25} (1 - 1,0447\eta + 0,4018\eta^2 - 0,05443\eta^3) + \\ &+ 1,2512 a^3 \eta^{3,25} (1 - 1,1539\eta + 0,4699\eta^2 - 0,06604\eta^3) \mp \\ &\mp 0,9568 a^4 \eta^{4,25} (1 - 1,2216\eta + 0,5161\eta^2 - 0,07445\eta^3)\big] \end{aligned} \quad (7)$$

При η=0 из (7) получим распределение статического давления на стенке:

$$\Delta\overline{P}_{cm} = \frac{\Delta P_{cn}}{\frac{\rho U_m^2}{2}} = \mp 1,4871 a \left[1 \mp 0,4769 a + 0,3457 a^2 \mp 0,3141 a^3\right]. \quad (8)$$

Во всех формулах верхние и нижние знаки соответствуют струям, движущимся вдоль выпуклой и вогнутой цилиндрическим поверхностям.

Избыточное статическое давление, отнесенное к начальному скоростному напору будет равно:

$$\frac{\Delta P}{\frac{\rho U_0^2}{2}} = \mp 1,4871 a \left(\frac{U_m}{U_0}\right)^2 (1 \mp 0,4769 a + 0,3457 a^2 \mp 0,3141 a^3)\,. \quad (9)$$

Представляет интерес посмотреть как изменяется отношение перепада давления между стенкой и окружающей средой к начальному значению центробежной силы на выходе из сопла

$\frac{\Delta P}{\frac{b\rho U_0^2}{R}} = \frac{\Delta P}{S_R \frac{\rho U_0^2}{2}}$ по длине струи, которое приведено на рисунке 2, где даны экспериментальные значения $S_R = \frac{b}{R}$=0,014; 0,028 и 0,042 для струй на вогнутой и выпуклой поверхностях.

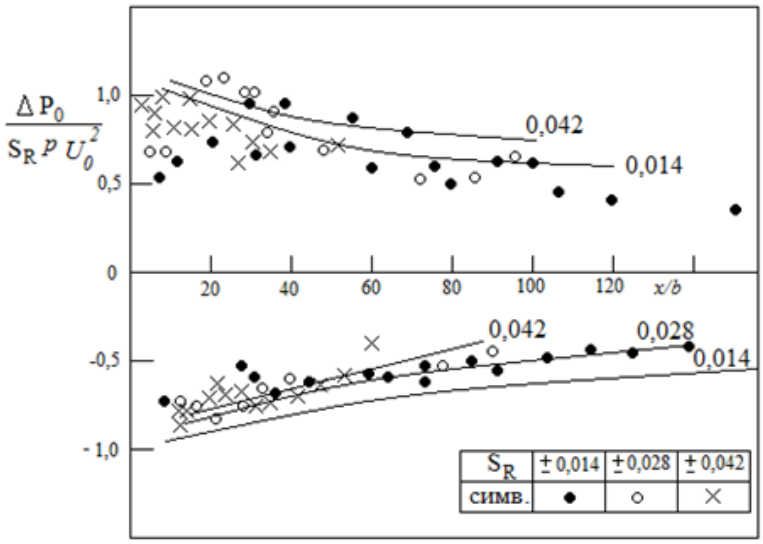


Рис.2. Перепад давления между стенкой и окружающей средой

Видно, что на начальном участке струи это отношение практически равно единице, как и должно быть. Но с удалением от сопла по абсолютному значению оно монотонно уменьшается, приближаясь к 0,5 при повороте струи на 180° по цилиндрической поверхности. При этом экспериментальные данные по абсолютному значению получаются несколько меньше, чем по расчету (линии на рисунке 2). Это очевидно, обусловлено влиянием продольных крупномасштабных вихрей, из-за потери устойчивости под влиянием центробежной силы и появлением трехмерного потока.

Выводы. Проведено измерение избыточного статического давления в струе на криволинейной поверхности. Показано, что в струе на выпуклой поверхности избыточное давление отрицательное, а на вогнутой поверхности положительное вблизи обтекаемой поверхности и с приближением к внешней границе струи уменьшается почти до нуля. Во всех случаях на внешней границе струи имеется небольшое разрежение порядка $\frac{\Delta P}{\rho U_m^2/2} \approx -0.005$, что обусловлено эжекцией в струю окружающего воздуха.

На основе аналитического расчета показано, что распределение избыточного давления не имеет аффинного подобия и безразмерное избыточное давление $\frac{\Delta P}{\rho U_m^2/2} = f\left(S_R, \frac{\delta}{b}\right)$ является функцией как начального параметра кривизны, так и текущей ширины струи вдоль криволинейной поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Исатаев С.И., Айнабекова С.С. Исследование пристенной турбулентной струй, распространяющейся вдоль криволинейной поверхности // Проблемы физики газа, плазмы и жидкости. –Алматы: Гылым.-1998.-Т.2. – С.37-49.

[2] C. Demartino, F. Ricciardelli. Aerodynamics of nominally circular cylinders: A review of experimental results for Civil Engineering applications // Engineering Structures. -Vol.137. 2017. – P. 76–114.

[3] Халатов А.А. Теплообмен и гидродинамика около криволинейных поверхностей. АН Украина, ИИТФ. – Киев, 1996. – Т.69. - №6. – С.927-940.

Ж.Қ. Сейдулла, М.С. Исатаев, Ғ. Толеуов, М.Р. Султан

Кедір-бұдыр қисық сызықты бет бойымен таралатын ағыстың статикалық қысымының таралуын есептеу

Түйіндеме. Мақала кедір-бұдырлы дөңес және ойыс беттердің бойымен тарайтын қабырғалы турбулентті ағысты зерттеуге арналған. Қазіргі уақытта ағыстың сыртқы бөлігіндегі бос шекаралық қабатының есептеулерін ағын бетіндегі шекаралық қабатпен біріктірудің күрделілігіне байланысты қабырғадағы турбулентті ағындардың қатаң аналитикалық есептері жоқ. Дөңес және ойыс қисық сызықты беттің бойымен таралатын ағынның аэродинамикасын зерттеу қабырғадағы турбулентті ағын проблемаларының теориялық шешіміне жақындауға мүмкіндік береді, өйткені цилиндрлік бет айналасындағы ағын туралы мәселе әртүрлі геометриялардың бетіндегі ағынның мәселелерінің үлкен класын жалпылайды.

Түйінді сөздер: турбуленттілік, қисық бет, ойыс және дөңес бет, ағындардың статикалық қысымы.

Zh.Issakova, A.K. Danlybayeva, A. Beysenkali
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
kumusbekova_zhanar@mail.ru)

VARIOUS FORMS OF SPIN SYSTEMS

Abstract: Various representations of the spin vector are considered. Some of these representations can be used to construct multi-lattice integrable spin systems (SSs). To study systems of nonlinear differential equations describing multilayer magnets, we need different representations of the spin vector. Thus, some forms are given, limiting for simplicity to a single-layer case.

Key words: Spin system, magnets, integrable nonlinear equations, geometric equivalent.

Ж. Исакова, А.К. Данлыбаева, А. Бейсенқали
(Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазахстан
kumusbekova_zhanar@mail.ru)

СПИНДІК ЖҮЙЕЛЕРДІҢ ӘРТҮРЛІ ФОРМАЛАРЫ

Андатпа. Спин векторлардың әртүрлі көріністегі формалары қарастырған. Көпқабатты интегралданатын спиндің жүйелерді (СЖ) тұрғызуда осы формалардың қайсыбірін қолдануға болады. Сонымен қатар көпқабатты магнетиктерді сипаттайтын сызықты емес дифференциалдық теңдеулер жүйесін зерттеу үшін спиндік векторлардың әртүрлі көріністерін қажет етеді. Соның ішінде қарапайымдылығымен шектелетін бірқабатты магнетиктер үшін бірнеше формалары келтірілген.

Кілттік сөздер. Спиндік жүйе, магнетиктер, интегралданатын сызықты емес теңдеулер, геометриялық эквивалент.

Спиндік жүйелер немесе Ландау-Лифшиц теңдеулері физикада магнетизмнің классикалық теориясының [1,2] негізі болып табылады және магнетиктерде сызықтық емес құбылыстарды оқып үйренуде көп қолданылады. Мысалы, геометрияда спиндік жүйе Гаусс-Вейнгартен теңдеуінің (ГВТ) ортогональды формасымен теңестіріледі. Сонда ГВТ-нің интегралдану шарты Гаусс-Кодацци-Майнарди теңдеуі (ГКМТ) спиндік жүйенің геометриялық эквиваленті [3,4,5] болып табылады. Спиндік жүйелер интегралданатын сызықты емес эволюциялық теңдеулерді [6,7] қарастырғанда бастапқы рөл атқарады. Сондықтанда СЖ-дің интегралданатын және интегралданбайтын жаңа класстарын тұрғызу және зерттеу өзекті мәселелердің бірі. Яғни мұндай спиндік жүйелерді тұрғызу және зерттеу [8,9] күрделі жолмен шешуді талап ететін тапсырма, соның ішінде интегралданатын СЖ – ді анықтау. Көп қабатты магнетиктерді сипаттауда бұл тапсырманы спин векторлардың қайсыбір көріністерімен жеңілдетуге болады.

Бірқабатты жағдай

а) 1-ші формасы. Ландау-Лифшиц теңдеуін келесі түрде қарастырамыз

$$\vec{S}_t = \vec{S} \wedge \vec{S}_{xx}. \qquad (2.1)$$

Бұл теңдеу компоненттер түрінде мына өрнектерге ие болады:

$$S_{1t} = S_2 S_{3xx} - S_3 S_{2xx}, \tag{2.2a}$$

$$S_{2t} = S_3 S_{1xx} - S_1 S_{3xx}, \tag{2.2b}$$

$$S_{3t} = S_1 S_{2xx} - S_2 S_{1xx}. \tag{2.2c}$$

Бұл өрнектерді қайта келесі түрде жазуға болады:

$$iS_t^+ = S_{3xx} S^+ - S_3 S_{xx}^+, \tag{2.3a}$$

$$iS_t^- = S_3 S_{xx}^- - S_{3xx} S^-, \tag{2.3b}$$

$$iS_{3t} = \frac{1}{2}\left(S^- S_{xx}^+ - S^+ S_{xx}^-\right). \tag{2.3c}$$

Мұндағы $S^+ = S_1 \pm iS_2$. (2.1) теңдеуі Ландау-Лифшиц теңдеуінің S - формасы деп аталады.

б) 2-ші формасы. Спиндік вектордың ең белгілі көрінісі стереографикалық проекция [10, 11] болып табылады. Ол келесі түрге ие болады:

$$S^+ = S_1 + iS_2 = \frac{2\omega}{1+|\omega|^2}, \tag{2.4a}$$

$$S_3 = \frac{1-|\omega|^2}{1+|\omega|^2}, \tag{2.4b}$$

мұндағы ω - қайсыбір комплексті функция. Осы кезде Ландау- Лифшиц теңдеуі жаңа ω комплексті айнымалы термин түрінде келесідей болады:

$$i\omega_t + \omega_{xx} - \frac{2\bar{\omega}\omega_x^2}{1+|\omega|^2} = 0. \tag{2.5}$$

Бұл теңдеу (2.1) спиндік теңдеудің S – формасынан айырмашылығы Ландау-Лифшиц теңдеуінің ω - формасы деп аталады.

в) 3-ші формасы. (2.1) Ландау-Лифшиц теңдеуінің Лакшманандық формасы немесе қысқаша L-формасы келесі түрде жазылады

$$iL_t + L_{xx} + 2\alpha|L|^2 L = 0, \tag{2.6}$$

мұндағы

$$L = \frac{1}{2} k e^{-i\partial_x^{-1}\tau}. \tag{2.7}$$

ал $k^2 = \vec{S}_x^2, \quad \tau = k^{-2}\,\vec{S}\cdot(\vec{S}_x \wedge \vec{S}_{xx})$. Сонымен спиндік жүйенің үш формасы бар: S-форма (2.1), ω-форма (2.5) және L-форма (2.6). Басқа формаларын қарастырайық.

г) 4-ші формасы. Төртінші *(p,q)*- формасын келтіреміз. $\vec{S}$ бірлік векторды компоненттерімен қарастырайық:

$$S_1 = p\left(q^2 - 1\right) + q, \tag{2.8a}$$

$$S_2 = ip\left(q^2 + 1\right) + iq, \tag{2.8b}$$

$$S_3 = 2pq + 1. \tag{2.8c}$$

Мұндағы *p, q* – комплексті функциялар. Осы функциялар қайсыбір сызықты емес дифференциалды теңдеуді қанағаттандырсын. Мұнда екі дербес жағдайды қарастырайық.

1) *p, q* функциялары келесі жүйені қанағаттандырсын

$$p_t = p_{xx} - 2\left(p^2 q_x\right)_x, \tag{2.9a}$$

$$q_t = -q_{xx} - 2pq_x^2 \tag{2.9b}$$

немесе

$$p_t = p_{xx} - 2\left(p^2 r\right)_x, \tag{2.10a}$$

$$r_t = -r_{xx} - 2\left(pr^2\right)_x, \tag{2.10b}$$

мұндағы $r = q_x$.

Бұл жағдайда $\vec{S}$ спиндік вектордың компоненттері келесі теңдеулерді қанағаттандырады

$$iS_{1t} = S_2 S_{3xx} - S_3 S_{2xx}, \tag{2.11a}$$

$$iS_{2t} = S_3 S_{1xx} - S_1 S_{3xx}, \tag{2.11b}$$

$$iS_{3t} = S_1 S_{2xx} - S_2 S_{1xx}. \tag{2.11c}$$

Сонда $\vec{S}$ векторы келесі теңдеудің шешімі болып табылады

$$i\vec{S}_t = \vec{S} \times \vec{S}_{xx}. \tag{2.12}$$

Бұл теңдеу физикалық $t \to it$ уақытқа өткеннен кейін (2.1) Гейзенберг моделіне өзгереді. Егер *p, q* функциялары келесі жүйені қанағаттандырса,

$$ip_t = p_{xx} + 2i\left(p^2 q_x\right)_x, \tag{2.13a}$$

$$iq_t = -q_{xx} - 2ipq_x^2. \tag{2.13b}$$

онда спиндік жүйенің аналогын құруға болады. Біз бұл жерде сәйкес нәтижелерді келтірмейміз.

2) Енді *p, q* функциялары келесі жүйені қанағаттандыратын жағдайды қарастырайық

$$\alpha p_t + p_{xx} + 2kp^2 q = 0, \tag{2.14a}$$

$$\beta q_t - q_{xx} - 2kpq^2 = 0. \tag{2.14b}$$

Онда $\vec{S}$ векторы келесі спиндік жүйенің шешімі болатынын көрсетуге болады

$$i\vec{S}_t = \vec{S} \wedge \vec{S}_{xx} + \vec{A}, \tag{2.15}$$

мұндағы $\vec{A} = (A_{10}, A_{20}, A_{30})$ және

$$A_{10} = i\left\{ \frac{kS^-}{2(1+S_3)}\left[(1-S_3)^2 + S^{+2}\right] + \frac{kS^+S^{-2}}{(1+S_3)^2} + \frac{1}{2}\left[\frac{(1-S_3)^2}{(1+S_3)}\left(S_x^- - \frac{S^-S_{3x}}{(1+S_3)}\right)\right]_x - \right.$$

$$\left. -\frac{1}{2}\left[\frac{S^{+2}S_x^-}{1+S_3} - \frac{S^{+2}S^-S_{3x}}{(1+S_3)^2}\right]_x - S^+\left(\frac{S_x^-}{1+S_3} - \frac{S^-S_{3x}}{(1+S_3)^2}\right)^2 \right\}, \tag{2.16a}$$

$$A_{20} = i\left\{ \frac{kS^-}{2(1+S_3)}\left[(1-S_3)^2 - S^{+2}\right] - \frac{kS^+S^{-2}}{(1+S_3)^2} - \frac{1}{2}\left[\frac{(1-S_3)^2}{(1+S_3)}\left(S_x^- - \frac{S^-S_{3x}}{(1+S_3)}\right)\right]_x - \right.$$

$$\left. -\frac{1}{2}\left[\frac{S^{+2}S_x^-}{1+S_3} - \frac{S^{+2}S^-S_{3x}}{(1+S_3)^2}\right]_x + S^+\left(\frac{S_x^-}{1+S_3} - \frac{S^-S_{3x}}{(1+S_3)^2}\right)^2 \right\}, \tag{2.16b}$$

$$A_{30} = \frac{i}{2}\left[S^{+2}\left(\frac{S^-}{(1+S_3)^2}\right)_x\right]_x. \tag{2.16c}$$

д) 5-інші форма. Дербес жағдайда Лакс жұбына ие сызықты емес теңдеулер үшін бесінші ψ-формасын келтіреміз. Ол үшін спинді вектордың келесі параметрлеуін қарастырайық

$$S^+ = S_1 + iS_2 = \frac{i\left(\psi_2^2\right)_x}{\psi_{1x}\psi_2 - \psi_1\psi_{2x}}, \tag{2.17a}$$

$$S^- = S_1 - iS_2 = \frac{i\left(\psi_1^2\right)_x}{\psi_{1x}\psi_2 - \psi_1\psi_{2x}}, \tag{2.17b}$$

$$S_3 = \frac{\left(\psi_1\psi_2\right)_x}{\psi_{1x}\psi_2 - \psi_1\psi_{2x}}, \tag{2.17c}$$

мұндағы ψ_j - қайсыбір комплексті функциялар. ψ_j -функциясы ретінде берілген спиндік жүйемен үйлестірілген сызықтық жүйенің шешімін алуға болады.

е) 6-ншы форма. Енді келесі спиндік вектор негізінде алынған спиндік жүйенің 6-ншы формасын келтірейік

$$S^+ = 2\sqrt{1-|\phi|^2}\,\phi, \tag{2.18a}$$

$$S^- = 2\sqrt{1-|\phi|^2}\,\bar{\phi}, \tag{2.18b}$$

$$S_3 = 1 - 2|\phi|^2, \tag{2.18c}$$

мұндағы ϕ – қайсыбір комплексті функция. Мысалы, ϕ - Шредингердің сызықты емес теңдеуін қанағаттандырады деуге болады

$$i\phi_t + \phi_{xx} + 2\alpha|\phi|^2\phi = 0, \tag{2.19a}$$

$$i\bar{\phi}_t - \bar{\phi}_{xx} - 2\alpha|\phi|^2\bar{\phi} = 0. \qquad (2.19b)$$

Сонда спиндік вектор кейбір жалпыланған теңдеуді қанағаттандырады

$$\vec{S}_t = \vec{S} \wedge \vec{S}_{xx} + \vec{S}_0, \qquad (2.20)$$

мұндағы

$$\vec{S}_0 = (S_{10}, S_{20}, S_{30}) \qquad (2.21)$$

бұл жерде айқын түрі келтірілмеген қайсыбір вектор.

е) 7-нші форма. Бұл форма келесі түрге ие болады

$$S_1 = \frac{-u}{1+u+u^2}, \qquad (2.22a)$$

$$S_2 = \frac{1+u}{1+u+u^2}, \qquad (2.22b)$$

$$S_3 = \frac{u(1+u)}{1+u+u^2}. \qquad (2.22c)$$

Бірақ бұл жағдайда $\vec{S}^2 = 1$ шартынан басқа, қарастырылып жатқан спиндік жүйенің шешімдер класын қатты шектейтін қосымша $S_1 + S_2 + S_3 = 1$ қалаусыз шартты аламыз.

Қорытынды. Осы көрсетілген барлық жеті формалар физикалық тұрғыда эквивалент болмауы мүмкін, бірақ олар әртүрлі физикалық сызықты емес құбылыстарды сипаттайды. Мысалы, (2.1) теңдеуі қатты магниттелген магнетиктердің, ал (2.6) теңдеуі кіші амплитудалық жағдайдағы магнетиктердің сызықты емес динамикасын сипаттайды. Әрине, спиндік жүйелердің әртүрлі формалы жазбалар арасында математикалық эквивалент бар. Нақты жағдайларға байланысты спиндік жүйенің осы формалары қолданылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Мырзакулов Р., Спиновые системы и солитонная геометрия. –Алматы, 2001. -417с.

[2] Мырзакулов Р., Рахимов Ф.К. Солитонная теория магнетизма и дифференциальная геометрия. – Алматы, 2003. -701с. Монография.

[3] Myrzakulov, R.; Rahimov, F.K.; Myrzakul, K.; Serikbaev, N.S. On the geometry of stationary Heisenberg ferromagnets. In Non-Linear Waves: Classical and Quantum Aspects; Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, The Netherlands, 2004; pp. 543–549.

[4] Myrzakulov, R.; Martina, L.; Kozhamkulov, T.A.; Myrzakul, K. Integrable Heisenberg ferromagnets and soliton geometry of curves and surfaces. In Nonlinear Physics: Theory and Experiment. II; World Scientific: London, UK, 2003; p. 248.

[5] Lakshmanan, M. Continuum spin system as an exactly solvable dynamical system. Phys. Lett. A, 1977, 61, 53–54.

[6] Lakshmanan, M.; Myrzakulov, R.; Vijayalakshmi, S.; Danlybaeva, A. Motion of curves and surfaces and nonlinear evolution equations in (2+1) dimensions. J. Math. Phys. 1998, 39, 3765–3771.

[7] Myrzakulov, R. Danlybaeva, A.K. Nugmanova, G.N. Geometry and multidimensional soliton equations. Theor. Math. Phys. 1999, 118, 347–356.

[8] Myrzakulov R., Mamyrbekova G., Nugmanova G. and Lakshmanan M. Integrable (2 + 1)-Dimensional Spin Models with Self-Consistent Potentials. Symmetry 2015, 7, 1352-1375; doi:10.3390/sym7031352.

[9] Myrzakulov, R.; Mamyrbekova, G.K.; Nugmanova, G.N.; Yesmakhanova, K.R.; Lakshmanan, M. Integrable motion of curves in self-consistent potentials: Relation to spin systems and soliton equations. Phys. Lett. A 2014, 378, 2118–2123.

[10] Nugmanova, G.; Sagidullayeva, Zh.; Myrzakulov, R. Hirota's method for a spin model with selfconsistent potential. 2017 *J. Phys.: Conf. Ser.* 804 012035

[11] Nugmanova, G., Myrzakul, A. Integrability of the two-layer spin system. Geometry, Integrability and Quantization 20, c. 208-214. 2019

Ж. Исакова, А.К. Данлыбаева, А. Бейсенқали

Различные формы спиновых систем

Аннотация: Рассматриваются различные представления вектора спина. Некоторые из этих представлений могут быть использованы для построения многорешеточных интегрируемых спиновых систем (СС). Для изучения систем нелинейных дифференциальных уравнений, описывающих многослойные магниты, нам нужны разные представления вектора спина.

Ключевые слова: спиновая система, магниты, интегрируемые нелинейные уравнения, геометрический эквивалент.

УДК 517.51

A.A. Kalybay
(KIMEP University, Almaty, Kazakhstan, E-mail: kalybay@kimep.kz)

CRITERIA OF BOUNDEDNESS OF ONE CLASS OF VOLTERRA TYPE INTEGRAL OPERATORS IN WEIGHTED LEBESGUE SPACES

Abstract. This paper considers the problem of the boundedness of a certain class of integral operators in weighted Lebesgue spaces. The boundedness of integral operators from one space to another space is equivalent to the fulfillment of some inequality. In this case, we deal with the fulfillment of a weighted Hardy type inequality. The classical weighted Hardy inequality establishes the boundedness of the Hardy operator between Lebesgue spaces. This direction was developed by using the Riemann-Liouville operator instead of the Hardy operator. It was further proposed to consider operators satisfying the Oinarov condition. Most operators of fractional integration, including the Riemann-Liouville operator, belong to this class of operators. In the presented paper, Volterra type integral operators satisfy a new condition, which extends the class of operators. Moreover, alternative criteria for the fulfillment of the given weighted inequalities are established.

Key words: Weight function, integral operator, boundedness, Hardy type inequality.

А.А. Калыбай
(Университет КИМЭП, г. Алматы, Казахстан, E-mail: kalybay@kimep.kz)

КРИТЕРИИ ОГРАНИЧЕННОСТИ ОДНОГО КЛАССА ИНТЕГРАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ ВОЛЬТЕРРОВСКОГО ТИПА В ВЕСОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ ЛЕБЕГА

Аннотация. Рассматривается вопрос об ограниченности некоторого класса интегральных операторов в весовых пространствах Лебега. Вопрос об ограниченности интегральных операторов из одного пространства в другое эквивалентен выполнению некоторого неравенства. В данном случае речь идет о выполнении весового неравенства типа Харди. Классическое весовое неравенство Харди рассматривает вопрос об ограниченности оператора Харди в пространствах Лебега. Данное направление получило развитие, когда вместо оператора Харди был рассмотрен оператор Римана-Лиувилля. Далее было предложено рассмотреть операторы, удовлетворяющие условию Ойнарова. Этому классу операторов принадлежит большинство операторов дробного интегрирования, в том числе и оператор Римана-Лиувилля. В представленных исследованиях интегральные операторы Вольтерровского типа удовлетворяют новому условию, которое расширяет класс рассматриваемых операторов. Более того устанавливаются альтернативные критерии выполнения изучаемых весовых неравенств.

Ключевые слова: Весовая функция, интегральный оператор, ограниченность, неравенство типа Харди.

Введение

Пусть $I=(0,\infty)$, $1<p,q<\infty$. Пусть u и v - локально интегрируемые неотрицательные функции на интервале I. Кроме того, предположим, что $v^{-p'}$ - локально интегрируема на интервале I, где $p'=\frac{p}{p-1}$. Пусть $L_{p,v}\equiv L_{p,v}(v,I)$ - весовое пространство Лебега с (квази)нормой $\|f\|_{p,v}=\|vf\|_p$, где $\|\cdot\|_p$ - обычная норма пространство $L_p(I)$ при $1<p<\infty$.

Рассмотрим весовое неравенство

$$\|Kf\|_{q,u}\le C\|f\|_{p,v} \tag{1}$$

для интегрального оператора

$$Kf(x) = \int_0^x K(x,s)f(s)ds, \ x > 0. \qquad (2)$$

В случае, когда $K(\cdot,\cdot) \equiv 1$, неравенство (1) является классическим весовым неравенством Харди, которое было исследовано для всех соотношений между параметрами p и q. Случай, когда $1 \le p = q < \infty$ был рассмотрен в работе Б. Макенхаупта [1]. Более того, полученные условия выполнения соответствующего неравенства в современной литературе часто называют «условиями Макенхаупта». Случай, когда $1 \le p \le q < \infty$ был независимо друг от друга рассмотрен в работах В. Кокилашвили [2], В. Мазьи [3] и К. Андерсена, Б. Макенхаупта [4]. Случай, когда $1 < q < p < \infty$ был исследован В. Мазьей, А. Розиным (см. [5]). Оставшийся случай $1 < q < p = 1$ был изучен в работе Г. Синнамона, В. Степанова [6]. Дальнейшее развитие это направление получает в работах В. Степанова [7], [8] и [9], когда вместо оператора Харди в (2) появляется оператор Римана-Лиувилля. Более подробную историю развития неравенства Харди можно найти в монографии [10] и приведенных там ссылках.

Новым этапом развития для неравенств типа Харди является случай, когда ядро $K(\cdot,\cdot)$ оператора (2) удовлетворяет условию Ойнарова: $K(x,s) \ge 0$ при $x \ge s > 0$ и существует число $d > 1$ такое, что

$$\frac{1}{d}\big(K(x,t) + K(t,s)\big) \le K(x,s) \le d\big(K(x,t) + K(t,s)\big), \qquad (3)$$

где $x \ge t \ge s > 0$.

Впервые критерии выполнения неравенства (1), когда $K(x,s)$ удовлетворяет условию (3), были независимо от друг друга получены в работах [11] и [12], но по виду эти критерии отличаются. Так в работе [11] критерием выполнения неравенства (1) при $1 < p \le q < \infty$ является

$$\sup_{z>0}\left(\int_z^\infty u^q(t)dt\right)^{\frac{1}{q}}\left(\int_0^z K^{p'}(z,s)v^{-p'}(s)ds\right)^{\frac{1}{p'}} < \infty,$$

$$\sup_{z>0}\left(\int_z^\infty K^q(t,z)u^q(t)dt\right)^{\frac{1}{q}}\left(\int_0^z v^{-p'}(s)ds\right)^{\frac{1}{p'}} < \infty,$$

а критерий, полученный в работе [12] , имеет вид

$$\int_z^\infty v^{-p'}(s)\left(\int_s^\infty K(t,s)u^q(t)dt\right)^{p'} ds \le C\left(\int_z^\infty u^q(t)dt\right)^{\frac{p'}{q'}},$$

$$\int_z^\infty v^{-p'}(s)\left(\int_s^\infty K^q(t,s)u^q(t)dt\right)^{q} ds \le C\left(\int_z^\infty K^q(t,z)u^q(t)dt\right)^{\frac{p'}{q'}},$$

при почти всех $z > 0$, т. е. мы имеем альтернативные критерии выполнения неравенства (1).

Критерии выполнения неравенства (1) при $1 < q < p < \infty$, когда ядро оператора удовлетворяет условию Ойнарова, получено в работе [13], а позже другим методом, включая случай $1 < p \le q < \infty$, получено в работе [14].

Получение альтернативных критериев ограниченности любых операторов является весьма важной задачей теории операторов, так как в одних задачах удобно бывает применение одного критерия, а в других задачах другого. В работе [15] получены различные альтернативные критерии выполнения неравенства с условием Ойнарова.

Данная работа посвящена получению альтернативного критерия выполнения неравенства (1), когда ядро оператора (2) удовлетворяет более общему условию, чем условие Ойнарова.

Далее принимаем следующие соглашения. Будем писать $A \ll B$, если $A \le cB$ для некоторого $c > 0$, а соотношение $A \approx B$ означает одновременного выполнения $A \ll B$ и $B \ll A$. Более того, $\chi_{(a,b)}(\cdot)$ - характеристическая функция интервала (a,b). Положим $\frac{1}{q} + \frac{1}{q'} = 1$.

Основные результаты

В работах [16] и [17] введены классы $O_n^{\pm}$, $n > 0$, ядер $K(\cdot,\cdot)$ интегральных операторов вида (2). Рассмотрим класс O_1^+. По определению ядро $K(\cdot,\cdot)$ оператора (2) принадлежит классу O_1^+, если функция $K(x,s)$ не убывает по первому аргументу, неотрицательна при $x \ge s > 0$, и существуют неотрицательные функции $G(\cdot,\cdot)$, $\rho(\cdot)$ и число $d > 1$, такие, что $G(x,s) \ge 0$ при $x \ge s > 0$, $\rho(s) > 0$ при s> 0 и

$$\frac{1}{d}\big(G(x,t)\rho(s)+K(t,s)\big)\le K(x,s)\le d\big(G(x,t)\rho(s)+K(t,s)\big), \qquad (4)$$

где $x\ge t\ge s>0$.

В работе [16] показано, что функция $G(x,t)$ эквивалентна функции $\inf\limits_{s\le t}\frac{K(x,s)}{\rho(s)}$. Поэтому далее будем предполагать, что функции $K(x,s)$ и $G(x,s)$ не убывают по первому и не возрастают по второму аргументу.

Следующая теорема следует из результатов работы [16].

Теорема А. Пусть $1<p\le q<\infty$ и ядро $K(\cdot,\cdot)$ оператора (2) принадлежит классу O_1^+. Тогда неравенство (1) выполнено тогда и только тогда, когда

$$A_1=\sup_{z>0}\left(\int_z^\infty u^q(t)dt\right)^{\frac{1}{q}}\left(\int_0^z K^{p'}(z,s)v^{-p'}(s)ds\right)^{\frac{1}{p'}}<\infty,$$

$$A_2=\sup_{z>0}\left(\int_z^\infty G^q(t,z)u^q(t)dt\right)^{\frac{1}{q}}\left(\int_0^z \rho^{p'}(s)v^{-p'}(s)ds\right)^{\frac{1}{p'}}<\infty,$$

при этом $max\{A_1,A_2\}\approx C$, где C - наилучшая константа в (1).

Здесь и далее знак "sup" понимаем как существенный супремум.

Теперь, в условиях теоремы А докажем альтернативный критерий выполнения неравенства (1).

Теорема 1. Пусть $1<p\le q<\infty$ и ядро $K(\cdot,\cdot)$ оператора (2) принадлежит классу O_1^+. Тогда неравенство (1) выполнено тогда и только тогда, когда

$$B_1=\sup_{z>0}\left(\int_z^\infty v^{-p'}(s)\left(\int_s^\infty K(t,s)u^q(t)dt\right)^{p'}ds\right)^{\frac{1}{p'}}\left(\int_z^\infty u^q(t)dt\right)^{-\frac{1}{q'}}<\infty, \qquad (5)$$

$$B_2=\sup_{z>0}\left(\int_z^\infty v^{-p'}(s)\left(\int_s^\infty K(t,s)G^{q-1}(t,s)u^q(t)dt\right)^{p'}ds\right)^{\frac{1}{p'}}\times\left(\int_z^\infty G^q(t,z)u^q(t)dt\right)^{-\frac{1}{q'}}<\infty, \qquad (6)$$

при этом $max\{B_1,B_2\}\approx C$, где C - наилучшая константа в (1).

Теорему 1 доказываем методом работы [12]. Для доказательства теоремы 1 нам нужна следующая лемма.

Лемма 1. Пусть $1<q<\infty$ и ядро $K(\cdot,\cdot)$ оператора (2) принадлежит классу O_1^+. Тогда

$$E\equiv\int_0^\infty u^q(x)\left(\int_0^x K(x,s)f(s)ds\right)^q dx$$

$$\approx\int_0^\infty f(s)\left(\int_0^s \rho(t)f(t)dt\right)^{q-1}\int_s^\infty K(x,s)G^{q-1}(x,s)u^q(x)dx\,ds$$

$$+\int_0^\infty f(s)\left(\int_0^s K(s,t)f(t)dt\right)^{q-1}\int_s^\infty K(x,s)u^q(x)dxds=E_1+E_2. \qquad (7)$$

Для доказательства леммы 1 сначала используем соотношение (4), далее применяем изменение порядка интегрирования.

Доказательство теоремы 1. *Необходимость.* Пусть выполнено неравенство (1). Тогда для $g\ge 0$ выполнено и дуальное неравенство

$$\left(\int_0^\infty v^{-p'}(s)\left(\int_s^\infty K(x,s)g(x)dx\right)^{p'} ds\right)^{\frac{1}{p'}} \le C\left(\int_0^\infty |u^{-1}(t)g(t)|^{q'} dt\right)^{\frac{1}{q'}}. \quad (8)$$

Из выполнения неравенства (1) легко следует, что $u^q \in L_1(z,\infty)$ для любого $z > 0$. Тогда $u^q \in L_{q',u^{-1}}(z,\infty)$. Поэтому, в (8) полагая $g(x) = \chi_{(z,\infty)}(x)u^q(x)$, имеем

$$\left(\int_z^\infty v^{-p'}(s)\left(\int_s^\infty K(x,s)u^q(x)dx\right)^{p'} ds\right)^{\frac{1}{p'}} \le C\left(\int_z^\infty u^q(t)dt\right)^{\frac{1}{q'}}$$

для любого $z > 0$. Откуда

$$B_1 \le C. \quad (9)$$

Из выполнения неравенства (1) и из (7) следует

$$\int_0^\infty f(s)\left(\int_0^s \rho(t)f(t)dt\right)^{q-1} \int_s^\infty K(x,s)G^{q-1}(x,s)u^q(x)dx\,ds$$
$$\ll C^q\left(\int_0^\infty |v(t)f(t)|^p dt\right)^{\frac{q}{p}}.$$

Откуда в силу $K(x,s) \gg \rho(s)G(x,s)$ имеем

$$\rho(s)\int_s^\infty G^q(x,s)u^q(x)dx \ll \int_s^\infty K(x,s)G^{q-1}(x,s)u^q(x)dx < \infty$$

для почти всех $s > 0$. Легко видеть, что функция $g(x) = \chi_{(z,\infty)}(x)G^{q-1}(x,z)u^q(x)$ принадлежит $L_{q',u^{-1}}(z,\infty)$. Поэтому, поставляя функцию $g(x) = \chi_{(z,\infty)}(x)G^{q-1}(x,z)u^q(x)$ в (8), имеем

$$\left(\int_z^\infty v^{-p'}(t)\left(\int_t^\infty K(x,t)G^{q-1}(x,z)u^q(x)dx\right)^{p'} dt\right)^{\frac{1}{p'}} \le C\left(\int_z^\infty G^q(x,z)u^q(x)dx\right)^{\frac{1}{q'}}$$

Откуда

$$B_2 \ll C. \quad (10)$$

Необходимость доказана.

Достаточность. Пусть $max\{B_1, B_2\}<\infty$. Применяя неравенство Гельдера, получим $E_1 \le \|vf\|_p J_1$, где

$$J_1 = \left(\int_0^\infty v^{-p'}(s)\left(\int_s^\infty K(x,s)G^{q-1}(x,s)u^q(x)dx\right)^{p'}\left(\int_0^s \rho(t)f(t)dt\right)^{p'(q-1)} ds\right)^{\frac{1}{p'}}.$$

Интегрируем по частям, используем конечность $B_2 < \infty$, применяем неравенство Минковского, с учетом $K(x,y) \gg G(x,y)\rho(y)$ получим

$$J_1 \le B_2 E_1^{\frac{1}{q'}}$$

Из последнего следует, что

$$E_1 \ll B_2\|vf\|_p E^{\frac{1}{q'}}. \quad (11)$$

Из соотношения (7) оценим второе слагаемое. Применяя неравенство Гельдера, получим $E_2 \le \|vf\|_p J_2$,

где

$$J_2=\left(\int_0^\infty v^{-p'}(s)\left(\int_s^\infty K(x,s)u^q(x)dx\right)^{p'}\left(\int_0^s K(s,t)f(t)dt\right)^{p'(q-1)}ds\right)^{\frac{1}{p'}}.$$

Аналогично тому как проводилась оценка первого слагаемого имеем

$$E_2 \ll B_1\|vf\|_p E^{\frac{1}{q'}}. \qquad (12)$$

Из (11) и (12) следует

$$\left(\int_0^\infty u^q(x)\left(\int_0^x K(x,s)f(s)ds\right)^q dx\right)^{\frac{1}{q}} \ll max\{B_1,B_2\}\|vf\|_p\,,$$

т. е. неравенство (1) выполнено с оценкой $C \ll max\{B_1,B_2\}$ для наилучшей константы C в (1), которая вместе с (9) и (10) дает

$C \approx max\{B_1,B_2\}$.

Теорема 1 доказана.

Теорема 1 дает критерий выполнения дуального неравенства (8). Для $f \geq 0$ рассмотрим неравенство

$$\left(\int_0^\infty u^q(x)\left(\int_x^\infty K(s,x)f(s)ds\right)^q dx\right)^{\frac{1}{q}} \leq C\left(\int_0^\infty |v(t)f(t)|^p dt\right)^{\frac{1}{p}}. \qquad (13)$$

Из теоремы 1 имеем следующую теорему.

Теорема 2. Пусть $1<p\leq q<\infty$ и ядро $K(\cdot,\cdot)$ оператора (2) принадлежит классу O_1^+. Тогда неравенство (13) выполнено тогда и только тогда, когда

$$B_1^*=\sup_{z>0}\left(\int_z^\infty u^q(s)\left(\int_s^\infty K(t,s)v^{-p'}(t)dt\right)^q ds\right)^{\frac{1}{q}}\left(\int_z^\infty v^{-p'}(t)dt\right)^{-\frac{1}{p}}<\infty,$$

$$B_2^*=\sup_{z>0}\left(\int_z^\infty u^q(s)\left(\int_s^\infty K(t,s)G^{p'-1}(t,s)v^{-p'}(t)dt\right)^q ds\right)^{\frac{1}{q}}$$
$$\times\left(\int_z^\infty G^{p'}(t,z)v^{-p'}(t)dt\right)^{-\frac{1}{p}}<\infty,$$

при этом $max\{B_1^*,B_2^*\}\approx C$, где C - наилучшая константа в (13).

ЛИТЕРАТУРА

[1] Muckenhoupt B. Hardy's inequality with weights // Stud. Math. – 1972. – V. XLIV. - № 1. – P. 31-38.

[2] Кокилашвили В.М. О неравенстве Харди в весовых пространствах // Сообщения Акад. Наук Груз. ССР. – 1979. – Т. 96. - № 1. – С. 37-40.

[3] Мазья В. Г. О (p,l)-емкости, теоремах вложения и спектре самосопряженного эллиптического оператора // Изв. АН СССР. Сер. матем. – 1973. - Т. 37. - № 2. – P. 356-385.

[4] Andersen K.F., Muckenhoupt B. Weighted weak type Hardy inequalities with applications to Hilbert transforms and maximal functions // Studia Mathematica. – 1982. -V. 72. – Issue: 1. – P. 9-26.

[5] Мазья В. Г. Пространства Соболева. - Л.: Изд-во ЛГУ, 1985. - 416 с.

[6] Sinnamon G., Stepanov V. D. The weighted Hardy inequalities: new proofs and the case $p=1$ // J. London Math. Soc. – 1996. - V. 2 (54). – P. 89-101.

[7] Степанов В. Д. Об одном весовом неравенстве типа Харди для производных высших порядков // Тр. МИАН СССР. – 1989. - Т. 187. – С. 178–190.

[8] Stepanov V. D. Weighted inequalities of Hardy type for Riemann—Liouville fractional integrals // Siberian Math. J. – 1990. - V. 3 (31). – P. 513-522.

[9] Степанов В. Д. Двухвесовые оценки интегралов Римана–Лиувилля // Изв. АН СССР. Сер. матем. – 1990. Т. 54. - № 3. – С. 645–656.

[10] Kufner A., Persson L.-E. Weighted inequalities of Hardy type. - World Scientific: New Jersey/London/Singapore/Hong Kong, 2003. – 357 pp.

[11] Ойнаров Р. Весовые неравенства для одного класса интегральных операторов // ДАН. - 1991. - Т. 319. - № 5. - С. 1076-1078.

[12] Bloom S., Kerman R. Weighted norm inequalities for operators of Hardy type // Proc. Amer. Math. Soc. – 1991.- V. 113. - № 1. – P. 135-141.

[13] Ойнаров Р. Двусторонние оценки нормы некоторых классов интегральных операторов // Труды МИАН. – 1993. – Т. 204. – С. 240-250.

[14] Stepanov V.D. Weighted norm inequalities of Hardy type for a class of integral operators // J. London Math. Soc. – 1994. – V. 2. - № 50. – P. 105-120.

[15] Stepanov V.D., Ushakova E.P. Alternative criteria for the boundedness of Volterra integral operators in Lebesgue spaces // Math. Ineq. Appl. – 2009. - V. 12. - № 4. – P. 873-889.

[16] Ойнаров Р. Ограниченность и компактность интегральных операторов вольтерровского типа // Сиб. матем. журн. - 2007. - Т. 48. - № 5. - С. 1100-1115.

[17] Ойнаров Р. Ограниченность и компактность интегральных операторов с переменными пределами интегрирования в весовых пространствах Лебега // Сиб. матем. журн. – 2011. – Т. 52. - № 6. – С. 1313-1328.

А.А. Қалыбай

Салмақты лебег кеңістіктер арасындағы вольтерра түрінің интегралды операторларының бір класының шектеулік критерийлері

Түйіндеме. Бұл мақалада салмақты Лебег кеңістіктер арасындағы бір класының интегралдық операторлардың шектелуі мәселесі қарастырылған. Интегралдық операторлардың бір кеңістіктен екінші кеңістікке шектелуі кейбір теңсіздіктердің орындалуымен тең. Бұл жағдайда біз Харди типті теңсіздіктің орындалуын шешеміз. Классикалық салмақты Харди теңсіздігі Лебег кеңістіктер арасындағы Харди операторының шектелуін анықтайды. Бұл бағыт Харди операторының орнына Риман-Лиувиль операторын қолдану арқылы жасалды. Ойнаровтың жағдайын қанағаттандыратын операторларды қарастыру ұсынылды. Бөлшек интеграцияның көптеген операторлары, соның ішінде Риман-Лиувиль операторы, осы операторлар класына жатады. Ұсынылған жұмыста Вольтерра типті интегралдық операторлар жаңа шартты қанағаттандырады. Осы жаңа шарттар операторлар класын кеңейтеді. Сонымен қатар, берілген теңсіздіктерді орындаудың альтернативті критерийлер белгіленген.

Түйін сөздер: Салмақты функция, интегралдық оператор, шектеулік, Харди типті теңсіздік.

R.K. Manatbayev, A.A. Sagdoldanov
(Kazakh National University named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: sagdoldanov96@gmail.com)

STUDY OF THE HEAT EXCHANGE OF A NASA-0021 WING PROFILE WITH AN INCOMING WIND FLOW AT DIFFERENT SPEEDS AND ANGLES OF ATTACK.

Abstract. This study presents the results of experimental and theoretical study of airfoil NASA-0021 heat exchange used as a cover blade and strokes of Darrieus rotor. Channels heat dissipation into the environment is defined as an internal hydrodynamics of channels of various forms as well external conditions of heat exchange.

Key words: Wind energy, NASA-0021, warm air, Reynolds number, heat exchange, heat transfer, heat dissipation, blade.

Р.К. Манатбаев, А.А. Сагдолданов

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА КАНАЛА КРЫЛОВОГО ПРОФИЛЯ NASA-0021 ПРИ РАЗНЫХ УГЛАХ И СКОРОСТЯХ АТАКИ

Аннотация. В данной работе представлены результаты экспериментального и теоретического исследования теплообмена аэродинамического профиля NASA-0021, используемого в качестве крышки

лопасти и ходов ротора Дариус. Тепловыделение каналов в окружающую среду определяется как внутренней гидродинамикой каналов различной формы, так и внешними условиями теплообмена.

Ключевые слова: Энергия ветра, NASA-0021, теплый воздух, число Рейнольдса, теплообмен, теплопередача, тепловыделение, лезвие.

Энергия ветра в районах с холодным климатом становится популярной во всем мире благодаря высокой плотности воздуха и ветровому потенциалу. Тем не менее, ветряные турбины в этих регионах часто подвергаются обледенению в холодное время года, что обычно приводит к разрушительным последствиям. Дополнительные нагрузки и вибрация от обледенения сокращают срок службы лезвий, а более высокий уровень шума может нарушить связанные с этим ограничения окружающей среды [1]. Обледенение может также повлиять на конструкции башни путем увеличения напряжений. Это может привести к разрушению конструкций, особенно в сочетании с сильными ветровыми нагрузками. Было установлено, что обледенение влияет на надежность анемометров, тем самым приводя к неточным измерениям скорости ветра и приводя к ошибкам в оценке ресурсов. Кроме того, сильно страдают аэродинамические свойства и генерирующая мощность лопастей ветряных турбин со льдом, что даже приводит к принудительному отключению ветряных турбин. Проблемы обледенения могут влиять непосредственно на безопасность персонала из-за падения и проецирования больших кусков льда. В случае сильного обледенения ветряные турбины должны быть закрыты на несколько дней или месяцев, чтобы гарантировать их безопасность и целостность. Было установлено, что потери годового производства энергии из-за обледенения находятся в диапазоне 20% -50% на суровых участках.

Анализ методов

Существует два метода исследования обледенения ветротурбины, это экспериментальный метод с использованием обледенения аэродинамической трубы и метод моделирования. Из-за высокой потребности в оборудовании и окружающей среде, высокой стоимости и сложного экспериментального процесса испытания в аэродинамической трубе обледенения, моделирование сейчас более популярно и используется в качестве основного метода для исследования обледенения на лопасти.

Для того, чтобы проанализировать потери выработки электроэнергии после обледенения, большое количество исследователей провели экспериментальные исследования в сочетании с численным моделированием. Согласно авторам [2], [3] нарастание льда на лопасти приводит к снижению коэффициента подъемной силы и коэффициента сопротивления профилей, что приводит к потере мощности. Исследователи использовали как статистический, так и физический подходы для изучения взаимосвязи моделируемой ледовой нагрузки и фактических производственных потерь. Другие предложили метод количественного анализа, чтобы отразить общую тенденцию обледенения и далее прогнозировать потери производства зимой. Также были исследованы влияние тяжести льда на крутящий момент ветряной турбины с помощью испытаний на аккрецию льда. Благодаря этому иследователи данной области выдвинули систему управления операцией обледенения турбины, включающую моделирование ледовой аккреции, анализ характеристик аэродинамического профиля и ветряных турбин.

В работе автора [4] предлагают новый экспериментальный метод с использованием естественной низкой температуры в холодной области. Эксперименты проводились зимой, потому что низкая температура для обледенения может быть получена из естественной среды, в которой отсутствует система охлаждения. Холодный воздух снаружи всасывался в аэродинамическую трубу, и вода распылялась из сопла и одновременно смешивалась с холодным ветром. Поток воды можно регулировать путем изменения количества распылителей и контролировать регулятором расхода и измерять расходомером. Три основных параметра, такие как температурная стабильность, содержание жидкой воды и диаметр капель среднего объема экспериментальной системы, были протестированы и откалиброваны в предыдущих исследованиях автора. Результаты показывают, что основные показатели могут в определенной степени соответствовать требованиям теста на обледенение лезвии.

Для решения этой проблемы во всем мире предлагается множество методов, разработанных специалистами по альтернативным энергетическим ресурсам и воздушным летательным аппаратам. Большинство этих методов были взяты из авиационной промышленности и могут быть разделены на две категории: активные и пассивные. Пассивные методы основаны на физических свойствах лопасти для предотвращения накопления льда, в то время как активные методы основаны на внешней системе, применяемой к лопасти. Для предотвращения обледенения можно использовать два типа систем, в частности это продувка от обледенения и предотвращение обледенения. Первый удаляет лед с поверхности после его образования, в то время как второй предотвращает раннее образование льда.

Методы активной защиты для эксплуатации требуют энергоснабжения и включают в себя термические, химические и пневматические методы, а также выступают в качестве систем продувки льда или антиобледенения [5].

В связи с этим, на наш взгляд, предлагается абсолютный метод сохранения действующего ветроагрегата.

Контроль теплопередачи важен в ветроэнергетических системах. В холодном климате проблемы обледенения и антиобледенения лопаток турбин должны решаться с помощью эффективных технологий теплопередачи. В данном способе используется самовентиляция проточных элементов ветротурбины теплым воздухом, что предотвращает накопление мокрого снега над поверхностью машины и образование льда.

В работе рассмотрено изменение температуры стенки канала крылового профиля NASA – 0021 с набегающим потоком теплого воздуха. Поток теплого воздуха, который протекает через внутреннюю полость крылового профиля NASA – 0021 служит в качестве внутреннего источника тепла, тем самым предотвращая образование льда на внешней поверхности крыла. Чтобы взять достаточное количество тепла нужно оценить изменение температуры на поверхностях крылового профиля при входе и в выходе теплого потока в канал (на чем и основывается данная работа). Зная значение температуры в любых областях стенки крылового профиля можно оценить количество отдаваемого тепла чтобы поддерживать определенную температуру выше 0 С. Это дает возможность определить расходы тепла для тепловой защиты крылового профиля при суровых погодных условиях.

Для изучения закономерности теплообмена крылового профиля NASA 0021 с набегающим на него воздушным потоком при вращательном движении ветротурбины была изготовлена уменьшенная пустотелая модель, представляющая элемент крылового профиля NASA из медной пластины, толщиной 1 мм. Длина элемента крылового профиля $l = 35{,}15 \times 10^{-2}$, хорда $в = 3{,}25 \times 10^{-3}$ м. В средней части металлического экспериментального стола имелся специальный поворотный механизм, который позволял установить элемент крылового профиля под любым углом к натекающему на него воздушному потоку из выходного отверстия аэродинамической трубы (0,3 х 0,12 кв. м.). Экспериментальный стол устанавливался так, чтобы обеспечивать натекание потока только на исследуемый объект (см. рис.1). По внутренней полости элемента крыла протекал подогретый воздух из муфельной печи при четырёх значениях его расхода (0,00103 м^3/с, 0,00153 м^3/с, 0,00203 м^3/с, 0,00253 м^3/с).

Были проведены 2 большие серии опытов при идентичных условиях. В одной серии элемент крыла был повёрнут по отношению к потоку в одну сторону ($0 \leq +\varphi \leq 16^0$), во второй серии - в другую ($0 \leq -\varphi \leq 16^0$). В обработку включались среднеарифметические значения данных. Ограничения $\pm\varphi \leq 16^0$ связано с тем, что при вращении ветротурбины Дарье максимальный угол атаки не превышает этой величины. Всего было проведено 400 опытов.

Всю эту массу экспериментальных данных надо было проанализировать и систематизировать, подготовить к обобщению с целью количественного выяснения закономерностей теплоотдачи специфического канала в специфических условиях взаимодействия с окружающей средой. Эти законы в учении о тепломассообмене основываются на теории размерностей и подобия теплообменных процессов, что позволяет переходить от модели к реальному объекту.

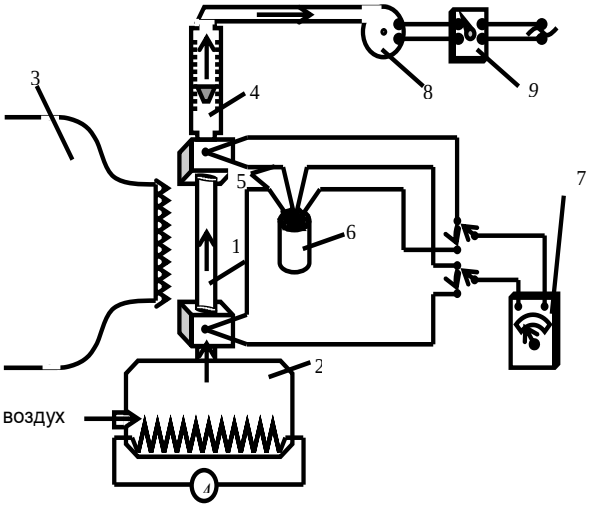


Рис 1. Схема экспериментальной установки.
1-элемент лопасти NASA0021; 2-муфельная печь; 3- лабораторная аэродинамическая труба;
4-ротаметр РМ; 5-медь константановые термопары; 6-лед; 7-гальванометр;
8-пылесос; 9-трансформатор;

Результаты

В проведенных экспериментах изучался сложный перекрёстный теплообмен с переменной температурой по длине проточного канала. Изменение температуры воздуха внутри канал происходит по линейному закону

$$T = a + bz = T_0 - (T_0 - T_1)\bar{z} \tag{1}$$

Из-за того, что температура по длине канала меняется линейно то - тогда ведем среднюю температуру. Средняя по длине канала температура теплого воздуха равняется

$$\bar{T} = \int_0^1 T d\bar{z} = \frac{T_0 + T_1}{2} \tag{2}$$

Ввиду того, что условия теплообмена по длине канала неизменны, а параметры задачи постоянны, то температура стенки канала изменяется по тем же линейным законам (1) и (2).

При изучении теплоотдачи лопастей и маха воспользуемся известной аналогией Рейнольдса, приняв, как это указывается в, предположение о несущественном влиянии вязкого подслоя при турбулентном обтекании плиты [6]. Тогда выражение примет вид

$$q_{wн}(x) = \tau_{wн}(x) Cp \frac{T_w - T_\infty}{u_\infty} \tag{3}$$

Хотя аналогия Рейнольдса была разработана для случая продольного обтекания гладкой поверхности плиты (внешняя задача), она (аналогия) применима и к турбулентному течению жидкости в канале (внутренняя задача) [7]. Полное количество тепла, передаваемое из канала будет, равно напряжение трения у плоской гладкой стенки и на внутренней поверхности канала, соответственно, обозначены через $\tau_{wн}$ и $\tau_{wв}$.

$$q_{wв} = \tau_{wв} Cp \frac{T - T_w}{u_{ср}} F \tag{4}$$

Процесс теплоотдачи движущейся лопасти набегающему на него потоку описывается следующей системой уравнений

$$\left.\begin{aligned}
&q_л = \rho QCp(T_{0л} - T_{1л}) \\
&q_{лв} = q_{ол} = \alpha_{лв} F_{лв}(\overline{T}_л - \overline{T}_{wлл}) = \tau_{лв} Cp \frac{F_{лв}}{u_{ср}} \left(\overline{T}_л - \overline{T}_{wв}\right) \\
&\overline{T}_{wлл} = \overline{T}_{wлл} - \frac{q_{л0} \Delta}{\lambda_л F_л} \\
&q_{лн} = \alpha_{лн} F_{лн} \left(\overline{T}_{wн} - T_\infty\right) = \tau_{лн} Cp \frac{F_{лн}}{V} \left(\overline{T}_{wн} - T_\infty\right)
\end{aligned}\right\} \tag{5}$$

Первое уравнение определяет полное количество потерянного теплым воздухом тепла при движении его внутри лопасти.

Второе уравнение описывают количество тепла, снятого стенками канала.

Третье – это перепад температуры на стенке канала, осредненный по длине лопасти.

Наконец четвертое уравнение позволяет найти полное количество тепла, отданное наружной поверхностью лопасти окружающей среде.

Вследствие безотрывного обтекания [8] крылового профиля NASA-0021 турбулентным потоком в узком интервале угла атаки можно рассматривать процесс теплообмена, подчиняющимся зависимости (3), направив координату «х» вдоль периметра крыла

$$q_{wн}(\Phi) = \tau_{wн} Cp \frac{T_w - T_\infty}{V} F \tag{6}$$

Так как в наших исследования толщина стенки канала крылового профиля очень тонкая 1 мм, можно принять, что $q_{wв} = q_{wн}$, отсюда запишем

$$\frac{\tau_в}{u_{ср}}(T - T_w) = \frac{\tau_н}{V}(T_w - T_\infty) \qquad q_1 = q_2 \tag{7}$$

где индексами «в» и «н» обозначены величины, относящиеся к внутренней и внешней задачам $\tau_{wв} = \tau_w = \tau_в$, а $\tau_{wн} = \tau_w(\Phi) = \tau_н$, соответственно $q_{wв} = q_в$ и $q_{wн} = q_н$. Так как $T(\bar{z})$ и $T_w(\bar{z})$, здесь q_1 и q_2 удельные количества тепла, приходящиеся на единицу длины лопасти. Полное количество тепла, отдаваемое лопастью в окружающею среду, найдем, если последнее равенство проинтегрировать по длине канала.

В результате получим

$$\frac{\tau_в}{u_{ср}}(\overline{T} - \overline{T}_w) = \frac{\tau_н}{V}(\overline{T}_w - T_\infty) = q_1 = q_2 = q_0 \tag{8}$$

что позволяет найти

$$\bar{T}_w = \frac{\bar{T} + \frac{\tau_н}{\tau_в}\frac{u_{ср}}{V}T_\infty}{1 + \frac{\tau_н}{\tau_в}\frac{u_{ср}}{V}} = \frac{\bar{T} + \Omega T_\infty}{1 + \Omega} \tag{9}$$

Как нам известно, при продольном обтекании гладкой плиты для чисел справедлива зависимость

$$\tau_н = 0.0296\, Re_V^{-0.2}\ \rho V^2 \tag{10}$$

При движении теплого воздуха внутри канала

$$\tau_в = \frac{\zeta}{8}\rho u_{ср}^2 \tag{11}$$

где ζ в нашем случае имеет вид $\zeta = 4{,}62Re^{-0.488}$ [9]. В результате будем иметь

$$\frac{\tau_н}{\tau_в} = \frac{0{,}2368}{\zeta} Re_V^{-0.2}\ \rho V^2 = \frac{0{,}2368}{4.62} Re_V^{-0.2}\ Re_u^{0.488}\frac{V^2}{u_{ср}^2} \tag{12}$$

Связь между среднерасходной скоростью воздуха и скоростью внешнего потока можно записать в виде

$$\frac{u_{ср}}{V} = \frac{Re_u}{Re_V}\frac{\Phi}{d_э} \tag{13}$$

где $d_э$- эквивалентный диаметр канала

Зависимость комплекса Ω от числа Рейнольдса

$$\Omega = \frac{\tau_н}{\tau_в}\frac{u_{ср}}{V} = 0.05126\frac{V}{u_{ср}} Re_V^{-0.2}\ Re_u^{0.488} \tag{14}$$

Используя опытные данные, можно определить экспериментальные значения критерия Нуссельта для внешней задачи $\left(Nu_н = \frac{\alpha_н \Phi}{\lambda}\right)$

На основании последней уравнении системы (5) можно записать

$$\alpha_н = \frac{\rho u_{ср} SCp(T_0 - T_1)}{F(\bar{T}_w - T_\infty)} \tag{15}$$

Кроме того, из (8) следует

$$\bar{T}_w - T_\infty = \frac{1}{2}\frac{T_0 + T_1 - 2T_\infty}{1 + \Omega} \tag{16}$$

Принимая во внимание, что при Pr≈1 $Cp = \frac{\lambda}{\mu}$ найдем

$$Nu_н = \frac{\alpha_н \Phi}{\lambda} = \frac{T_0 - T_1}{T_0 + T_1 - 2T_\infty} \frac{\Phi Re_u + 0.0128 d_э Re_V^{0.8} Re_u^{0.488}}{2l} \quad (17)$$

В принципе коэффициент теплоотдачи может быть функцией температуры и формула (16) позволяет определить величину критерия $Nu_н$ для модели из опытных данных, в которых измерялись T_0 и T_1. В натурных условиях, при построении инженерного расчета, таких данных нет. Задача состоит как раз в том, чтобы найти T_0, задавая T_1, например, на выходе из отверстий на концах рабочих лопастей, т.е. найти какой должна быть температура на входе в канал, чтобы на выходе она имела необходимую для тепловой защиты аппарата температуру.

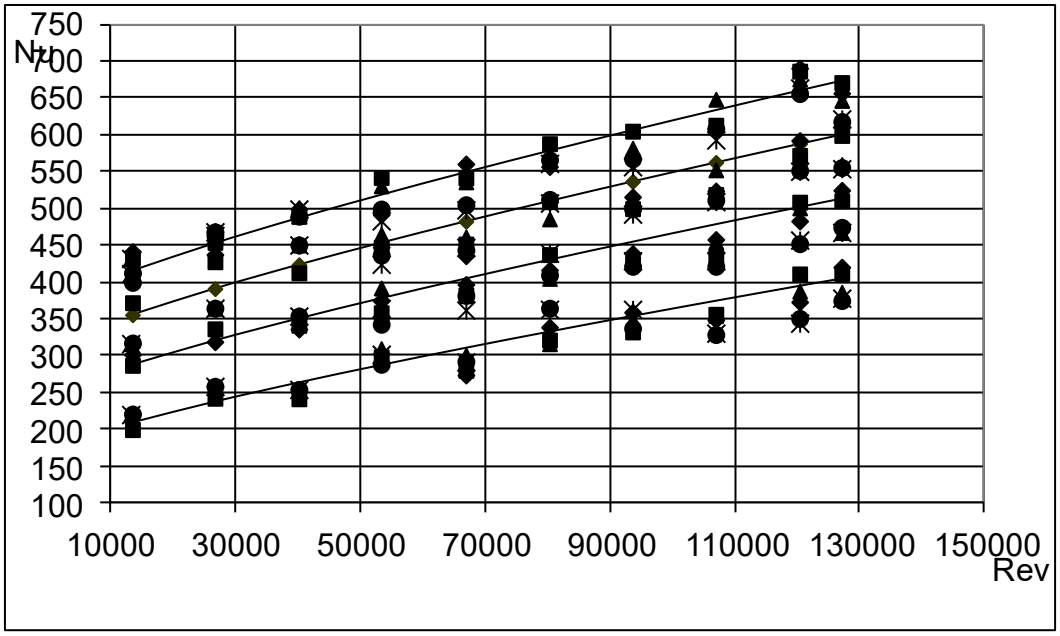
На основании экспериментальных данных найдем

$$\frac{T_0 - T_1}{T_o + T_1 - 2T_\infty} = 0.638 - 1.8 * 10^{-5} Re_u \quad (18)$$

Подставив (18) в (17) окончательно получим

$$Nu_н = \left(0.32 - 9 * 10^{-6} Re_u\right) \frac{\Phi Re_u + 0{,}0128 d_э Re_v^{0.8} Re_u^{0.488}}{l} \quad (19)$$

Полученная критериальная зависимость справедлива для всех случаев теплоотдачи крылового профиля NASA – 0021 в набегающий поток, если ее внутренняя полость, по который течет теплый воздух, также имеет форму NASA – 0021. При этом крыловой профиль может быть выполнен из любого материала и иметь некоторую толщину стенки, которую следует рассматривать как плоскую плиту, толщиной Δ. На рисунке 2 дано графическое изображение формулы (19) для всех исследованных режимов теплообмена канала с формой крылового профиля NASA – 0021 на описанной выше модели.



1-Q_1=0,00103 м^3/сек, 2-Q_2=0,00153 м^3/сек, 3-Q_3=0,00203 м^3/сек, 4-Q_4=0,00253 м^3/сек

◆ - φ =0^0; ■ - φ = 4^0; ● - φ = 8^0; ▲ - φ = 12^0; ✳ - φ =16^0 (эксперимент)

Рис. 2. Графическое изображение формулы (19) для всех исследованных режимов теплообмена канала с формой крылового профиля NASA – 0021

Первое, что бросается в глаза (см. рис.2), это совершенно отчетливое влияние расхода теплого воздуха Q или, что то же самое $Re_u = \frac{u_{cp} d_э}{\nu}$, на теплоотдачу. С ростом внутреннего числа Re_u теплоотдача усиливается. Менее резко, но все же явно заметно влияние числа Рейнольдса внешнего патока $Re_V = \frac{V\Phi}{\nu}$.

Что касается угла атаки φ (в интервале $0^0 \leq \varphi \leq 16^0$), то разброс экспериментальных точек не позволяет сделать однозначный вывод о явном влиянии его на процесс теплообмена, не удается определить характер воздействия φ на теплообмен.

Все три установленных факта соответствуют физике явления и имеют логическое объяснение. Влияние расхода теплого воздуха Q на теплопотери связано с увеличением теплоотдачи к стенкам канала вследствие увеличения скорости течения внутри канала. Влияние на теплосъем внешнего потока и заметное снижение его при малых значениях Re_V также понятно. При малых скоростях потока, последний не способен снять с наружной поверхности канала то количество тепла, которое «предлагается» теплым потоком, протекающим по каналу. Происходит своего рода тепловое «запирание», и оно становится все более заметным по мере роста энергосодержания протекающего по каналу теплого воздуха. Слабое, если не сказать отсутствующее влияние, угла атаки φ на процесс теплоотдачи объясняется малым интервалом изменения ($0^0 \leq \varphi \leq 16^0$) при вращении турбины.

Этот вывод следует и из формулы для коэффициента сопротивления C_x [10]. При $\varphi=16^0$ $\sin^2\varphi=0{,}076$ достаточно мал и близок к нулевому значению $C_x(\varphi=0^0)=0{,}028$. Это дает основание считать, что процесс теплоотдачи рабочих лопастей работающего ветроагрегата практически не зависит от угла атаки φ.

Обозначения

$\bar{z} = \frac{z}{l}$ – безразмерная координата, направленная вдоль длины *l* испытуемого элемента крыла, T_0 и T_1 - соответственно температуры воздуха на входе и выходе из канала, F – площадь поверхности канала, Ф-смоченный периметр крылового профиля.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Yan Lia, Shaolong Wanga, Qindong Liua, Fang Fengb, Kotaro Tagawac. Characteristics of ice accretions on blade of the straight-bladed vertical axis wind turbine rotating at low tip speed ratio, 2018-Pages:2.

[2] Linyue Gao, Yang Liu, Hui Hu, 2019. An experimental investigation of dynamic ice accretion process on a wind turbine airfoil model considering various icing conditions, L. Gao et al. / International Journal of Heat and Mass Transfer 133 (2019) 930–939, Pages:1

[3] Lichun S., Hantao L., Qin H., Xingliang J., Gang Q., Ghyslaine M., Hang Y., 2018. Study of ice accretion feature and power characteristics of wind turbines at natural icing environment, 147, 45-54.

[4] Barber, S., Wang, Y., Jafari, S., Chokani, N., Abhari, R.S., 2010. The Effect of Icing on Wind Turbine Performance and Aerodynamics. European Wind Energy Conference (EWEC), Warsaw.

[5] A.K. Yershina, R.K. Manatbayev, A.K. Tulepbergenov, A.A. Kuikabayeva, A.E. Tursynbayeva and E.M. Zulbukharova, 2017. Application of Reynolds Analogy During Study of Heat Exchange of Symmetric Airfoil NASA-0021, Pages: 3.

[6] Гухман А.А. Введение в теорию подобия. - М. Высшая школа, 1973. – 254 с.

[7] Эккерт Э.Р., Дрейк Р.М. Теория тепло- и массообмена. – М. Госэнергоиздат, 1961. – 680 с.

[8] Марчевский И.К. Математическое моделирование обтекания профиля и исследование его устойчивости в потоке по Ляпунову. Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук: 01.02.05. – Москва:МГТУ им. Баумана – 2008. – 72 с.

[9] Ершина А.К., Манатбаев Р.К. Определение гидравлического сопротивления симметричного крылового профиля NASA -0021 // Вестник КазНУ. Серия математика, механика, информатика. – 2006. – №4 (51). – С.56-58.

[10]10. Ершина А.К., Ершин Ш.А., Жапбасбаев У.К. Основы теории ветротурбины Дарье. – Алматы, 2001. – 104 с.

Р.К. Манатбаев, А.А. Сагдолданов

NASA-0021 қанатты профиль арнасының түрлі бұрыштары мен жылдамдығы кезінде жылу алмасуын эксперименттік зерттеу

Түйіндеме. Бұл жұмыста қалақтың қақпағы және Дариус роторының жүрісі ретінде пайдаланылатын NASA-0021 аэродинамикалық бейінінің жылу алмасуын эксперименталдық және теориялық зерттеу нәтижелері ұсынылған. Қоршаған ортаға арналардың жылу бөлінуі әртүрлі формадағы арналардың ішкі гидродинамикасымен де, жылу алмасудың сыртқы жағдайларымен де анықталады.

Түйінді сөздер: жел энергиясы, NASA-0021, жылы ауа, Рейнольдс саны, жылу алмасу, жылу беру, жылу бөлу, жүзі.

УДК 517.9+539.3

A.N. Dadayeva [1], N.Zh. Ainakeyeva [2]
([1,2]Institute of Mathematics and Mathematical Modelling, Almaty, Kazakhstan,
[1]Department of Cybernetics and Information Technology Satbayev University,
Almaty, Kazakhstan, dady1262@mail.ru
[2]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)

GENERALIZED SOLUTIONS OF BOUNDARY VALUE PROBLEMS OF DYNAMICS THERMOELASTIC RODS

Abstract. The non-stationary boundary-value problems of the dynamics of thermoelastic rods are considered. Based on the method of generalized functions, generalized solutions of boundary value problems are constructed using a model of unbound thermoelasticity under the influence of non-stationary power and thermal loads of various types. The integral representations of the solution of the boundary-value problem are given, which make it possible to determine the thermally stressed state of the rod under the influence of various power and thermal influences from the known boundary displacements, stresses, temperature, and heat fluxes at the ends of the rod.

Keywords: rod, uncouple thermoelasticity, method of generalized functions, heat flux, temperature, displacement and stress.

А.Н. Дадаева[1], Н.Ж.Айнакеева[2]
([1,2]Институт математики и математического моделирования,
Алматы, Казахстан,
[1]Satbayev University, Алматы, Казахстан, dady1262@mail.ru
[2]Казахский национальный университет им.Аль-Фараби, Алматы, Казахстан)

ОБОБЩЕННЫЕ РЕШЕНИЯ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ДИНАМИКИ ТЕРМОУПРУГИХ СТЕРЖНЕЙ

Аннотация. Рассматриваются нестационарные краевые задачи динамики термоупругих стержней. На основе метода обобщенных функций построены обобщенные решения краевых задач с использованием модели несвязанной термоупругости при воздействии нестационарных силовых и тепловых нагрузок различного вида. Даны интегральные представления решения краевой задачи, которые дают возможность по известным граничным перемещениям, напряжениям, температуре и тепловым потокам на концах стержня определить термонапряженное состояние стержня под воздействием различных силовых и тепловых воздействиях.

Ключевые слова: стержень, несвязанная термоупругость, метод обобщенных функции, тепловой поток, температура, перемещения и напряжения.

Введение. Термоупругость, являясь обобщением классической теории упругости и теории теплопроводности, описывает широкий круг прикладных задач. Полная система уравнений термоупругости связывает уравнения движения среды в перемещениях и уравнение теплопроводности [1-2].

Теория термоупругости получила существенное развитие в связи с разработкой и построением конструкций современных тепловых турбомашин. В особенности это относится к турбинам авиационных газотурбинных двигателей (ГТД). Работа сборных конструкций современных тепловых турбомашин связана с высокоинтенсивным силовым и температурным воздействием. В этих условиях для них возрастают и требования по надежности и безопасности.

Исследование волнового переноса тепла актуально для многих современных новых развивающихся технологий. Внутренние источники наноразмерного масштабного уровня (например, размер современного транзистора составляет всего несколько нанометров) вызывают более интенсивный рост температуры, чем предсказывает классическая теория, что повышает требования к будущим системам охлаждения. Температурные эффекты вносят значительные изменения в механические свойства нанопластин, так как чем тоньше пластина, тем она чувствительнее к изменениям температуры. Исследования процессов волнового переноса тепла могут быть полезны для изучения термомеханических характеристик объектов микро- и нано- масштабного уровня: тонких пластин и стержней, используемых в микро- и нано- электромеханических устройствах (MEMS и NEMS) [3-4].

Неравномерное тепловое расширение вызывает тепловые напряжения. Тепловые напряжения совместно с механическими напряжениями от действия внешних сил могут вызывать появление трещин, что в дальнейшем приводит к разрушению всей конструкции [5-6].

Стержневые системы (фермы) широко используются в строительной механике как опорные конструкции мостов и линий электропередач. Их основным достоинством является высокая грузоподъемность при небольшом конструктивном весе. Стержневые конструкции широко используются и в машиностроении как соединительные и передаточные звенья различных механизмов и машин. В процессе эксплуатации эти системы подвергаются различным термическим и механическим воздействиям, которые создают сложное напряженно-деформированное состояние в этих конструкциях [7]. Причем изменение температуры тела происходит не только вследствие подвода тепла от внешних источников, но и в результате самого процесса деформирования. При деформировании тела от тепловых или механических воздействий, возникает эффект связанности: взаимодействие полей температуры и деформации. Неравномерное тепловое расширение вызывает тепловые напряжения. Это явление влечет за собой появление тепловых потоков внутри тела, возникновении связанных термоупругих волн и другие явления. Тепловые напряжения совместно с механическими напряжениями от действия внешних сил могут вызывать появление трещин, что в дальнейшем приводит к разрушению всей конструкции. Определение термонапряженного состояния стержневых конструкции в широком диапазоне внешних силовых и тепловых воздействий является актуальной научно-технической задачей.

В настоящей работе рассматривается модель несвязанной термоупругости, которая описывает медленные динамические процессы в среде.

Здесь на основе метода обобщенных функций строятся решения краевых задач для полной системы уравнений несвязанной термоупругости в пространстве обобщенных функций. С использование тензора Грина для этих уравнений, построены обобщенные решения нестационарных краевых задач в исходном пространстве-времени при воздействии нестационарных силовых и тепловых нагрузок различного вида. Даны интегральные представления решения краевой задачи, которые дают возможность по известным граничным перемещениям, напряжениям, температуре и тепловым потокам на концах стержня определить термонапряженное состояние стержня под воздействием различных силовых и тепловых воздействиях.

1. **Постановка краевых задач термоупругих стержней.** Рассматривается темоупругий стержень длины 2L, с плотностью – ρ, скоростью распространения упругих волн в стержне – $c=\sqrt{\frac{EJ}{\rho}}$, жесткостью - EJ, термоупругими константами: γ и коэффициентом температуропроводности $\kappa=\frac{k}{\rho c}$. Исследуем термонапряженное состояние стержня под действием внешних воздействий, которое описывается системой дифференциальных уравнений вида [1]:

2.

$$\begin{cases} c^2 u_{,xx} - u_{,tt} - \tilde{\gamma}\theta_{,x} = -F_1(x,t) \\ \theta_{,xx} - k^{-1}\theta_{,t} = -F_2(x,t) \end{cases}, \qquad (1)$$

где $x \in S^{-1} + S, t \geq 0, S^{-1} = \left\{ x \in R^1 : |x| < L \right\}, S = \left\{ x \in R^1 : x_1 = -L; x_2 = L \right\}.$

Здесь $u(x,t)$ - продольные перемещения сечений стержня в сечении x в момент времени t, $\tilde{\gamma} = \dfrac{\gamma}{\rho}$, $\theta(x,t)$ - относительная температура ($\theta = T(x,t) - T(x,0)$,

T - абсолютная температура), $F_1(x,t)$ и $F_2(x,t)$- плотность силовых и тепловых источники возмущений, соответственно. Здесь и далее используем следующие обозначения: $u_1 = u$, $u_2 = \theta$, $u_{i,x} = \dfrac{\partial u_i}{\partial x}$, $u_{i,t} = \dfrac{\partial u_i}{\partial t}$, $i = 1,2$.

Температурный член $\tilde{\gamma}\theta_{,x}$ в первом уравнении для упругих перемещений позволяет учесть влияние температуры на напряженное состояние стержня, которое описывается законом Дюамеля-Неймана [1]:

$$\sigma(x,t) = \rho c^2 u_{,x} - \gamma\theta \qquad (2)$$

Построим решения системы уравнений (1) при действии различных силовых и тепловых источников возмущений.

Итак, рассмотрим ряд прямых краевых задач динамики термоупругих стержней, решения которых удовлетворяют следующим начальным и краевым условиям.

Начальные условия (условия Коши): при t=0 перемещения, температура и скорости известны:

$$u(x,0) = u_0(x), \ \theta(x,0) = \theta_0(x), \ |x| \leq L; \qquad (3)$$

$$\frac{\partial u(x,0)}{\partial t} = \upsilon_0(x), \ |x| < L$$

В зависимости от рассматриваемых краевых задач на концах стержня $(x = x_1 = -L, \quad x = x_2 = L)$ заданы следующие краевые условия:

Краевая задача 1. Известны перемещения концов стержня и температура на них:

$$u(x_j,t) = d_j(t), \quad \theta(x_j,t) = \theta_j(t), \quad j = 1,2 \qquad (4)$$

Краевая задача 2. Известны напряжения на концах стержня и тепловые потоки на них:

$$\sigma(x_j,t) = p_j(t), \quad \theta_{,x}(x_j,t) = q_j(t), \quad j = 1,2 \qquad (5)$$

Краевая задача 3. Известны перемещения концов стержня и тепловые потоки на них:

$$u(x_j,t) = u_j(t), \quad \theta_{,x}(x_j,t) = q_j(t), \quad j = 1,2 \qquad (6)$$

Краевая задача 4. Известны напряжения и температура на концах стержня:

$$\sigma(x_j,t) = p_j(t), \quad \theta(x_j,t) = \theta_j(t), \quad j = 1,2 \qquad (7)$$

Предполагается, что граничные функции удовлетворяют следующим условиям гладкости:

$$u_j(t)\in C(0;\infty),\ \theta_j(t)\in C(0;\infty),\ q_j(t)\in L_1(0,\infty),\ p_j(t)\in L_1(0,\infty) \tag{8}$$

Очевидно, что можно рассматривать комбинированные задачи с одним типом краевых условий (4) - (7) на одном конце стержня и другим условием на втором конце.

3. **Решение нестационарных краевых задач в пространстве обобщенных функций.** Для решения начально-краевых задач (1), (3) - (7) используется метод обобщенных функций [8]. Для этого введем следующие обобщенные функции:

$$\begin{cases}\hat{u}(x,t)=u(x,t)H(t)H(L-|x|), & \hat{\theta}(x,t)=\theta(x,t)H(t)H(L-|x|)\\ \hat{F}_1(x,t)=F_1(x,t)H(t)H(L-|x|), & \hat{F}_2(x,t)=F_2(x,t)H(t)H(L-|x|)\end{cases} \tag{9}$$

Здесь u(x,t) – классическое решение краевой задачи, H(t) – функция Хевисайда:

$$H(t)=\begin{cases}1, & t>0\\ \frac{1}{2}, & t=0\\ 0, & t<0\end{cases}$$

Используя операцию дифференцирования регулярных кусочно-дифференцируемых обобщенных функций [9], запишем систему (1) в пространстве обобщенных вектор-функций медленного роста:

$$c^2\hat{u}_{,xx}-\hat{u}_{,tt}-\tilde{\gamma}\theta_{,x}=\underbrace{(c^2u_{,xx}-u_{,tt}-\tilde{\gamma}\theta_{,x})}_{-F_1(x,t)}H(t)H(L-|x|)+ \tag{10}$$

$$+u_1(t)H(t)\delta(x+L)-u_2(t)H(t)\delta(x-L)+$$
$$+d_1(t)H(t)\delta'(x+L)-d_2(t)H(t)\delta'(x-L)-\upsilon_0(x)\delta(t)H(L-|x|)-u_0(x)\delta'(t)H(L-|x|)-$$
$$-\tilde{\gamma}\theta_1(t)H(t)\delta(x+L)+\tilde{\gamma}\theta_2(t)H(t)\delta(x-L)\quad .$$

$$\hat{\theta}_{,xx}-k^{-1}\hat{\theta}_{,t}=\underbrace{(\theta_{,xx}-k^{-1}\theta_{,t})H(t)H(L-|x|)}_{-F_2(x,t)}+q_1(t)H(t)\delta(x+L)-q_2(t)H(t)\delta(x-L)+$$
$$+\theta(-L,t)H(t)\delta'(x+L)-\theta(L,t)H(t)\delta'(x-L)+k^{-1}\theta(x,0)\delta(t)H(L-|x|)=$$
$$=(\theta_{,xx}-k^{-1}\theta_{,t})H(t)H(L-|x|)+q_1(t)H(t)\delta(x+L)-q_2(t)H(t)\delta(x-L)+$$
$$+\theta_1(t)H(t)\delta'(x+L)-\theta_2(t)H(t)\delta'(x-L)+k^{-1}\theta_0(x)\delta(t)H(L-|x|)\ , \tag{11}$$

где δ(x) - сингулярная дельта-функция Дирака.

Обозначим $U_i^j(x,y)$ тензор Грина системы уравнений (1) –

фундаментальное решение, удовлетворяющее условиям излучения. Используя свойства тензора Грина , построим решение в виде тензорно-функциональной свертки [9]:

$$\begin{aligned}\hat{u}(x,t)&=U_1^1(x,t)*\hat{F}_1(x,t)+U_1^2(x,t)*\hat{F}_2(x,t)\\ \hat{\theta}(x,t)&=U_2^1(x,t)*\hat{F}_1(x,t)+U_2^2(x,t)*\hat{F}_2(x,t)\end{aligned} \tag{12}$$

Для регулярных источников, которые описываются локально-интегрируемыми функциями, эти формулы (12) можно записать в интегральном виде и использовать для вычислений:

$$u_j(x,t)=\iint\limits_{R^2} U_j^k(x-y,t-\tau)F_k(y,\tau)\,dy\,d\tau,\quad j,k=1,2 \tag{13}$$

Для сингулярных источников следует использовать определение свертки в пространстве обобщенных функций [9].

Рассмотрим последовательно сверки компонент тензора Грина с каждым слагаемым правой части соотношения (10) в отдельности:

$$U_1^1(x,t)H(t)*F_1(x,t)H(t)H(L-|x|)=\int\limits_{-\infty}^{\infty}dy\int\limits_{-\infty}^{\infty}U_1^1(x-y,\tau)H(\tau)F_1(y,t-\tau)H(t-\tau)H(L-|y|)d\tau=$$

$$=H(t)\int\limits_0^t d\tau\int\limits_{-L}^{L}U_1^1(x-y,\tau)H(\tau)F_1(y,t-\tau)dy$$

$$U_1^1(x,t)H(t)*(u_1(t)H(t)\delta(x+L)-u_2(t)H(t)\delta(x-L))=$$

$$=U_1^1(x+L,t)H(t)\underset{t}{*}u_1(t)H(t)-U_1^1(x-L,t)H(t)\underset{t}{*}u_2(t)H(t)=$$

$$=H(t)\int\limits_{-\infty}^{\infty}U_1^1(x+L,\tau)H(\tau)u_1(\tau)H(t-\tau)d\tau-H(t)\int\limits_{-\infty}^{\infty}U_1^1(x-L,\tau)H(\tau)u_2(\tau)H(t-\tau)d\tau=$$

$$=H(t)\int\limits_0^t U_1^1(x+L,\tau)u_1(\tau)d\tau-H(t)\int\limits_0^t U_1^1(x-L,\tau)u_2(\tau)d\tau=$$

$$=\sum_{j=1}^{2}(-1)^{j+1}H(t)\int\limits_0^t U_1^1(x-(-1)^jL,\tau)u_j(t-\tau)d\tau$$

$$U_1^1(x,t)H(t)*d_1(t)H(t)\delta'(x+L)-U_1^1(x,t)H(t)*d_2(t)H(t)\delta'(x-L)=$$

$$=U_{1,x}^1(x+L,t)H(t)\underset{t}{*}d_1(t)H(t)-U_{1,x}^1(x-L,t)H(t)\underset{t}{*}d_2(t)H(t)=$$

$$=H(t)\int\limits_0^t U_{1,x}^1(x+L,\tau)d_1(\tau)d\tau-H(t)\int\limits_0^t U_{1,x}^1(x-L,\tau)d_2(t)d\tau=$$

$$==\sum_{j=1}^{2}(-1)^{j+1}H(t)\int\limits_0^t U_{1,x}^1(x-(-1)^jL,\tau)d_j(t-\tau)d\tau$$

$$U_1^1(x,t)H(t)*\upsilon_0(t)\delta(t)H(L-|x|)=U_1^1(x,t)H(t)\underset{x}{*}\upsilon_0(x)H(L-|x|)=$$

$$=\int\limits_{-\infty}^{\infty}U_1^1(x-y,t)\upsilon_0(y)H(L-|y|)dy=\int\limits_{-L}^{L}U_1^1(x-y,t)\upsilon_0(y)dy$$

$$U_1^1(x,t)H(t)*u_0(t)\delta'(t)H(L-|x|)=U_{1,t}^1(x,t)H(t)\underset{x}{*}u_0(x)H(L-|x|)=$$

$$=\int\limits_{-\infty}^{\infty}U_{1,t}^1(x-y,t)u_0(y)H(L-|y|)dy=\int\limits_{-L}^{L}U_{1,t}^1(x-y,t)u_0(y)dy$$

$$U_1^1(x,t)H(t)*\tilde{\gamma}\theta_1(t)H(t)\delta(x+L)+U_1^1(x,t)H(t)*\tilde{\gamma}\theta_2(t)H(t)\delta(x-L)=$$

$$=U_1^1(x+L,t)H(t)\underset{x,t}{*}\tilde{\gamma}\theta_1(t)H(t)\delta(x)+U_1^1(x-L,t)H(t)\underset{x,t}{*}\tilde{\gamma}\theta_2(t)H(t)\delta(x)=$$

$$=U_1^1(x+L,t)H(t)\underset{t}{*}\tilde{\gamma}\theta_1(t)H(t)+U_1^1(x-L,t)H(t)\underset{t}{*}\tilde{\gamma}\theta_2(t)H(t)=$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} U_1^1(x+L,\tau)H(\tau)\tilde{\gamma}\theta_1(t-\tau)H(t-\tau)d\tau + \int_{-\infty}^{\infty} U_1^1(x-L,\tau)H(\tau)\tilde{\gamma}\theta_2(t-\tau)H(t-\tau)d\tau =$$

$$= \tilde{\gamma}H(t)\int_0^t U_1^1(x+L,\tau)\theta_1(t-\tau)d\tau + \tilde{\gamma}H(t)\int_0^t U_1^1(x-L,\tau)\theta_2(t-\tau)d\tau =$$

$$= \tilde{\gamma}H(t)\sum_{j=1}^{2}(-1)^{j+1}\int_0^t U_1^1(x-(-1)^j L,\tau)\theta_j(t-\tau)d\tau .$$

Теперь, перейдем ко второму слагаемому первого уравнения формулы (12):

$$U_1^2(x,t)H(t)*F_2(x)H(t)H(L-|x|) =$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} dy \int_{-\infty}^{\infty} U_1^2(x-y,\tau)H(\tau)F_2(y,t-\tau)H(t-\tau)H(L-|y|)d\tau =$$

$$= H(t)\int_0^t d\tau \int_{-L}^{L} U_1^2(x-y,\tau)F_2(y,t-\tau)dy$$

$$U_1^2(x,t)H(t)*q_1(x)H(t)\delta(x+L) - U_1^2(x,t)H(t)*q_2(x)H(t)\delta(x-L) =$$

$$= H(t)\int_0^t U_1^2(x+L,\tau)q_1(t-\tau)d\tau - H(t)\int_0^t U_1^2(x-L,\tau)q_2(t-\tau)d\tau =$$

$$= \sum_{j=1}^{2}(-1)^{j+1}H(t)\int_0^t U_1^2(x-(-1)^j L,\tau)q_j(t-\tau)d\tau$$

$$U_1^2(x,t)H(t)*\theta_1(t)H(t)\delta'(x+L) - U_1^2(x,t)H(t)*\theta_2(x)H(t)\delta'(x-L) =$$

$$= H(t)\int_0^t U_{1,x}^2(x+L,\tau)\theta_1(t-\tau)d\tau - H(t)\int_0^t U_{1,t}^2(x-L,\tau)\theta_2(t-\tau)d\tau =$$

$$= \sum_{j=1}^{2}(-1)^{j+1}H(t)\int_0^t U_{1,x}^2(x-(-1)^j L,\tau)\theta_j(t-\tau)d\tau$$

$$U_1^2(x,t)H(t)*k^{-1}\theta_0(x)\delta(t)H(L-|x|) = U_1^2(x,t)H(t)\underset{x}{*}k^{-1}\theta_0(x)H(L-|x|) =$$

$$= k^{-1}\int_{-\infty}^{\infty} U_1^2(x-y,t)H(t)\theta_0(y)H(L-|y|)dy = k^{-1}H(t)\int_{-L}^{L} U_1^2(x-y,t)\theta_0(y)dy$$

Окончательно, имеем интегральное соотношение для определения $\hat{u}(x,t)$:

$$\hat{u}(x,t) = U_1^1(x,t)*\hat{F}_1(x,t) + U_1^2(x,t)*\hat{F}_2(x,t) = \qquad (14)$$

$$= -H(t)\int_0^t d\tau \int_{-L}^{L} U_1^1(x-y,\tau)H(\tau)F_1(y,t-\tau)dy +$$

$$+\sum_{j=1}^{2}(-1)^{j+1}H(t)\int_0^t U_1^1(x-(-1)^j L,\tau)u_j(t-\tau)d\tau +$$

$$+\sum_{j=1}^{2}(-1)^{j+1}H(t)\int_0^t U_{1,x}^1(x-(-1)^j L,\tau)d_j(t-\tau)d\tau -$$

$$-\int_{-L}^{L} U_1^1(x-y,t)\upsilon_0(y)dy - \int_{-L}^{L} U_{1,t}^1(x-y,t)u_0(y)dy -$$

$$-\tilde{\gamma}H(t)\sum_{j=1}^{2}(-1)^{j+1}\int_0^t U_1^1(x-(-1)^j L,\tau)\theta_j(t-\tau)d\tau +$$

$$+H(t)\int_0^t d\tau \int_{-L}^{L} U_1^2(x-y,\tau)F_2(y,t-\tau)dy +$$

$$+\sum_{j=1}^{2}(-1)^{j+1}H(t)\int_0^t U_1^2(x-(-1)^j L,\tau)q_j(t-\tau)d\tau +$$

$$+\sum_{j=1}^{2}(-1)^{j+1}H(t)\int_0^t U_{1,x}^2(x-(-1)^j L,\tau)\theta_j(t-\tau)d\tau +$$

$$+k^{-1}H(t)\int_{-L}^{L} U_1^2(x-y,t)\theta_0(y)dy$$

Аналогично распишем свертки для температуры. В результате получим интегральное представление температуры:

$$\hat{\theta}(x,t) = U_2^1(x,t) * \hat{F}_1(x,t) + U_2^2(x,t) * \hat{F}_2(x,t) = \tag{15}$$

$$= -H(t)\int_0^t d\tau \int_{-L}^{L} U_2^1(x-y,\tau)H(\tau)F_1(y,t-\tau)dy +$$

$$+\sum_{j=1}^{2}(-1)^{j+1}H(t)\int_0^t U_2^1(x-(-1)^j L,\tau)u_j(t-\tau)d\tau +$$

$$+\sum_{j=1}^{2}(-1)^{j+1}H(t)\int_0^t U_{2,x}^1(x-(-1)^j L,\tau)d_j(t-\tau)d\tau -$$

$$-\int_{-L}^{L} U_2^1(x-y,t)\upsilon_0(y)dy - \int_{-L}^{L} U_{2,t}^1(x-y,t)u_0(y)dy -$$

$$\tilde{\gamma}H(t)\sum_{j=1}^{2}(-1)^{j+1}\int_0^t U_2^1(x-(-1)^j L,\tau)\theta_j(t-\tau)d\tau +$$

$$+H(t)\int_0^t d\tau \int_{-L}^{L} U_2^2(x-y,\tau)F_2(y,t-\tau)dy +$$

$$+\sum_{j=1}^{2}(-1)^{j+1}H(t)\int_0^t U_2^2(x-(-1)^j L,\tau)q_j(t-\tau)d\tau+$$

$$+\sum_{j=1}^{2}(-1)^{j+1}H(t)\int_0^t U_{2,x}^2(x-(-1)^j L,\tau)\theta_j(t-\tau)d\tau+$$

$$k^{-1}H(t)\int_{-L}^{L}U_2^2(x-y,t)\theta_0(y)dy$$

4. **Тензор Грина и его свойства.** Трансформанты тензора Грина в пространстве преобразования Фурье удовлетворяет уравнениям:

$$\begin{cases} c^2U_{1,xx}^j-U_{1,tt}^j-\tilde{\gamma}U_{2,x}^j=-\delta(x,t) \\ U_{2,xx}^j-k^{-1}U_{2,t}^j=-\delta(x,t) \end{cases}$$

Причем компоненты матрицы фундаментальных решений удовлетворяют следующим условиям излучения:

$$U_i^j(x,t)=0,\quad t<0,\quad \forall x\in R^1.$$

$$U_i^j(x,t)\to 0,\quad |x|\to\infty,\quad \forall t>0$$

Компоненты тензора Грина уравнений (1) были получены авторами ранее и имеют следующий вид [10-12]:

$$U_1^j(x,t)=\delta_1^j k^{-1}\frac{\partial\Sigma_1}{\partial t}-\delta_1^j\frac{\partial^2\Sigma_1}{\partial x^2}-\delta_2^j\tilde{\gamma}\frac{\partial\Sigma_1}{\partial x}-\delta_1^j\Sigma_3(t)+\delta_2^j\tilde{\gamma}\frac{\partial\Sigma_2}{\partial x},$$

$$U_2^j(x,t)=\delta_2^j c^2\Sigma_3(x,t)+\delta_2^j c^2\frac{\partial^2\Sigma_2}{\partial x^2}-\delta_2^j\frac{\partial^2\Sigma_2}{\partial t^2},\quad j=1,2$$

где

$$\Sigma_1(x,t)=\frac{k}{c}H\left(ct-|x|\right)\left\{\frac{k}{c^2}\left(1-e^{\frac{c}{k}(|x|-ct)}\right)+t-\frac{|x|}{c}\right\}$$

$$\Sigma_2(x,t)=-\frac{k^2H(t)}{2c^2\sqrt{\pi k}}\left\{e^{-\frac{c^2}{k}t}\int_0^t\frac{e^{\frac{c^2}{k}\tau-\frac{x^2}{4k\tau}}}{\sqrt{\tau}}d\tau-\int_0^t\frac{e^{-\frac{x^2}{4k\tau}}}{\sqrt{\tau}}d\tau\right\},$$

$$\Sigma_3(x,t)=-\frac{k}{c^2}H(t)(e^{-\frac{c^2}{k}t}-1),\quad \frac{\partial\Sigma_1}{\partial t}=-\frac{k}{c}H\left(ct-|x|\right)\left[e^{\frac{c}{k}(|x|-ct)}-1\right],$$

$$\frac{\partial\Sigma_1}{\partial x}=-\frac{k}{c^2}H\left(ct-|x|\right)\operatorname{sgn}x\left[e^{\frac{c}{k}(|x|-ct)}+1\right],$$

$$\frac{\partial\Sigma_2}{\partial x}=-\frac{AH(t)}{k}\left\{e^{-\frac{c^2}{k}t}\int_0^t\frac{e^{\frac{c^2}{k}\tau-\frac{x^2}{4k\tau}}}{\sqrt{\tau}}\frac{x}{2\tau}d\tau-\int_0^t\frac{e^{-\frac{x^2}{4k\tau}}}{\sqrt{\tau}}\frac{x}{2\tau}d\tau\right\}$$

$$\frac{\partial^2 \Sigma_2}{\partial t^2} = AH(t)\left\{\frac{c^4}{k^2} e^{-\frac{c^2}{k}t} \int_0^t \frac{e^{\frac{c^2}{k}\tau - \frac{x^2}{4k\tau}}}{\sqrt{\tau}} d\tau - \frac{c^2}{k} e^{-\frac{c^2}{k}t} \frac{e^{\frac{c^2}{k}\tau - \frac{x^2}{4k\tau}}}{\sqrt{\tau}}\right\} -$$

$$- AH(t)\left\{e^{-\frac{c^2}{k}t} \frac{e^{\frac{c^2}{k}t - \frac{x^2}{4kt}}}{k\sqrt{t}}\left(c^2 - \frac{x^2}{4t^2}\right) + \frac{x^2}{4kt^2} \frac{e^{-\frac{x^2}{4kt}}}{\sqrt{t}}\right\}$$

$$\frac{\partial^2 \Sigma_2}{\partial t^2} = AH(t)\left\{\frac{c^4}{k^2} e^{-\frac{c^2}{k}t} \int_0^t \frac{e^{\frac{c^2}{k}\tau - \frac{x^2}{4k\tau}}}{\sqrt{\tau}} d\tau - \frac{c^2}{k} e^{-\frac{c^2}{k}t} \frac{e^{\frac{c^2}{k}\tau - \frac{x^2}{4k\tau}}}{\sqrt{\tau}}\right\} -$$

$$- AH(t)\left\{e^{-\frac{c^2}{k}t} \frac{e^{\frac{c^2}{k}t - \frac{x^2}{4kt}}}{k\sqrt{t}}\left(c^2 - \frac{x^2}{4t^2}\right) + \frac{x^2}{4kt^2} \frac{e^{-\frac{x^2}{4kt}}}{\sqrt{t}}\right\}$$

$$\frac{\partial^2 \Sigma_2}{\partial x^2} = \frac{AH(t)}{2k}\left\{e^{-\frac{c^2}{k}t}\left[\int_0^t \frac{e^{\frac{c^2}{k}\tau - \frac{x^2}{4k\tau}}}{\tau\sqrt{\tau}}\left(\frac{x^2}{2k\tau} - 1\right) d\tau\right] - \int_0^t \frac{e^{-\frac{x^2}{4k\tau}}}{\tau\sqrt{\tau}}\left(\frac{x^2}{2k\tau} - 1\right) d\tau\right\},$$

Подставляя их в формулы (14), (15), получим перемещения и температуру внутри стержня при известных перемещениях, напряжениях, температуре и тепловых потоках на его концах.

Заключение. Полученные формулы удобны для инженерных расчетов, так как позволяют рассчитать влияние на термонапряженное состояние отдельно для каждого краевого условия на разных концах стержня.

При решении каждой краевой задачи известны только четыре граничных значения на концах стержня из необходимых восьми. Так, например, для краевой задачи 1 известны только перемещения и температура на концах стержня. Для решения соотношений (14), (15) надо определить напряжения и тепловые потоки на концах данного стержня. Полученные обобщенные решения (14) и (15) позволяют построить разрешающие уравнения в граничных точках предельным переходом к ним, где подынтегральные функции сингулярны и полученные решения требуют регуляризации в этих точках. В дальнейшем для устранения этих сингулярностей будет проведена регуляризация этих формул.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Новацкий В. Теория упругости. – М.: Мир, 1975. – 872 с.

[2] Новацкий В. Динамические задачи термоупругости. Пер. С польского под ред. Шапиро Г.С. – М.: Мир,1970. – 256 с.

[3] Babenkov M.B., Ivanova E.A. Analysis of wave propagation processes in heat transfer problem of the hyperbolic type// Continuum Mech. Termodyn. – 2013. Doi:10.1007/ S00161 – 13-0315-8.

[4] Бабенков М.Б. Анализ распределения гармонических возмущений в теромоупругой среде с релаксацией теплового потока// Прик. Мех. Тех. Физ. – 2013. – Т. 54. – №2. – С.126-137.

[5] Коваленко А.Д. Основы термоупругости. – Киев: Наукова думка, 1970. – 308 с.

[6] Коваленко А.Д. Термоупругость. Учебное пособие. – Киев: Вища школа, 1975. – 215 с.

[7] Суходоева А.А., Тихомирова К.А. Исследование поведения сжатого стержня за пределами устойчивости//Пермский национальный исследовательский политехнический университет. – 2012. – №6. – С. 182 – 193.

[8] Алексеева Л.А. Метод обобщенных функций в нестационарных краевых задачах для волнового уравнения// Математический журнал. – 2006. – Т.6. – № 1 (19). – С. 16-32.

[9] Владимиров В.С. Уравнения математической физики. – М: Наука, 1976. – 512с.

[10] Алексеева Л.А., Дадаева А.Н., Айнакеева Н.Ж. Фундаментальные решения уравнений динамики термоупругих стержней// Вестник КазНИТУ. – 2018. – № 5 (129). – С. 337-345.

[11] Алексеева Л.А., Дадаева А.Н., Айнакеева Н.Ж. Фундаментальные и обобщенные решения уравнений нестационарной динамики термоупругих стержней// Вестник КазНУ. – №2 (123). – С. 56-65.

[12] Айнакеева Н.Ж. Магистерская диссертация на тему: Фундаментальные и обобщенные решения уравнений термоупругости. КазНУ им. Аль-Фараби. – Алматы, 2018. – 60 с.

[13] Айнакеева Н. Трансформанта Фурье тензора Грина уравнений несвязанной термоупругости в пространственно-одномерном случае.// Международная конференция ко дню науки. ИМММ КН МОН РК. - Алматы, 2018. – С. 71.

[14] Айнакеева Н.Ж., Дадаева А.Н. Тензор Грина уравнений динамики термоупругого стержня// Международная конференция ко дню науки. ИМММ КН МОН РК. –Алматы, 2019. – С.107-108.

[15] Айнакеева Н.Ж., Дадаева А.Н. Фундаментальные и обобщенные решения уравнений динамики термоупругого стержня// Конференция Ломоносов 2019/ Механика деформируемого твердого тела. – Москва, 2019.888.

Дадаева А.Н., Айнакеева Н.Ж.

Термосерпімді өзектердің динамиксының шекаралық есептерінің жалпылама шешімі

Түйіндеме. Термосерпімді өзектер динамикасының стационарлық емес шекаралық есептері қарастырылады. Жалпылама функциялар әдісіне негізделген әр түрлі типтегі стационарлық емес күштік және жылу жүктемелерінің әсерінен байланыспаған термосерпімді моделін қолдана отырып шекаралық есептердің жалпыланған шешімдері жасалынады.

Әр түрлі күштік және жылулық әсерінен өзекшенің ұштарынан термокернеу күйін анықтау үшін бізге белгілі шекаралық орын ауыстырудан, кернеулерден, температурадан және жылу ағындарынан, шекаралық есептің интегралдық сипаттамаларының шешімі келтірілген.

Түйінді сөздер: өзек, байланыспаған термосерпімділік, жалпыланған функция әдісі, жылу ағыны, температура, орын ауыстыру және кернеу.

УДК 517.98

A.Kalybay, Zh.Keulimzhaeva
(KIMEP University, Almaty, Kazakhstan
Eurasian National University named after L.N. Gumilyova, Nur-Sultan, Kazakhstan
E-mail: kalybay@kimep.kz, zh.keulimzhayeva@mail.ru)

EQUIVALENT NORMS OF SPACE WITH MULTIWEIGHTED DERIVATIVES

Abstract. In the mathematical description of various processes in nature, technology, or in other fields, difficulties arise in connection with the irregular behavior of some part of this process. In this case, mathematics models this process in weighted functional spaces, where the weight somehow responds to the singular behavior of the processes under study.

If various functionals are established in a functional space that is equivalent to the norm of this space, then this gives great advantage when studying various problems in this space, since it is convenient to use one norm for studying one problem, and in another norm in another problem. Therefore, the establishment of various equivalent norms in the space under consideration is an important classical problem in the theory of functional spaces. In the proposed article, we study such a problem in one with multiweighted space.

Keywords: weight function, space norm, equivalent norms, multiweighted space, boundary value of a function, locally absolutely continuous function.

А.А. Калыбай, Ж.А. Кеулимжаева
(Университет КИМЭП, Алматы, Казахстан
Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
E-mail: kalybay@kimep.kz, zh.keulimzhayeva@mail.ru)

ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ НОРМЫ ПРОСТРАНСТВА С МУЛЬТИВЕСОВЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ

Аннотация. При математическом описании различных процессов в природе, технике или в других областях возникают трудности в связи с нерегулярными поведениями каких-то частей этого

процесса. В таком случае математики моделирует этот процесс в весовых функциональных пространствах, где веса каким-то образом отвечают на сингулярные поведения изучаемых процессов.

Если в функциональном пространстве установлены различные функционалы эквивалентных норм этого пространства, то это дает большое преимущество при исследовании различных задач в этом пространстве, так как для изучения одной задачи удобно бывает использовать одну норму, а в другой задаче – другую. Поэтому установление различных эквивалентных норм в рассматриваемой пространстве является важной классической задачей теории функциональных пространств. В предлагаемой статье исследуется такая задача в одном мультивесовом пространстве.

Ключевые слова: весовая функция, норма пространства, эквивалентные нормы, мультивесовое пространство, граничное значение функции, локально абсолютно непрерывная функция.

Пусть $I=(0,\infty)$, n- натуральное число, $\rho_i : I \to R, i=1,2,...,n$- неотрицательные локально суммируемые на I функции такие, что

$$\rho_i^{-1} \equiv \frac{1}{\rho_i} \in L_1^{loc}(I), i=1,2,...,n-1,\ \rho_n^{-1} \in L_{p'}^{loc}(I), 1<p'<\infty. \qquad (1)$$

Положим $\bar{\rho}=\{\rho_1,\rho_2,...,\rho_n\}$ и $\frac{1}{p}+\frac{1}{p'}=1.$

Обозначим через $AC_{\bar{\rho}}^{loc}(I)$ совокупность функций $f: I \to R$ локально абсолютно непрерывных на I вместе с функциями

$$D_{\bar{\rho}}^k f(t) = \rho_k(t)\frac{d}{dt}D_{\bar{\rho}}^{k-1} f(t),$$

при $k=1,2,...,n-1,$ где $D_{\bar{\rho}}^0 f(t) \equiv f(t).$

Пусть $W_{p,\bar{\rho}}^n(I), 1<p<\infty,$ пространство функций $f \in AC_{\bar{\rho}}^{loc}(I),$ для которых конечна норма $\left\|D_{\bar{\rho}}^n f\right\|_{p,I} < \infty,$ где $\|\cdot\|_{p,I}$ - обычная норма пространства $L_p(I)$ при $1<p<\infty$ и $D_{\bar{\rho}}^n f(t) = \rho_n(t)\frac{d}{dt}D_{\bar{\rho}}^{n-1} f(t).$

Из определения пространства $W_{p,\bar{\rho}}^n(I)$ следует, что для любого $t_0 \in I$ существуют конечные величины $D_{\bar{\rho}}^i f(t_0), i=0,1,...,n-1$ и в частности при $t_0 \equiv 1,$ для всех $f \in W_{p,\bar{\rho}}^n(I)$. Поэтому функционал

$$\|f\|_{W_{p,\bar{\rho}}^n} = \left\|D_{\bar{\rho}}^n f\right\|_{p,I} + \sum_{i=0}^{n-1} |D_{\bar{\rho}}^i f(1)| \qquad (2)$$

является нормой в пространстве $W_{p,\bar{\rho}}^n(I)$.

При $\rho_i(t)=t^{\alpha_i}, i=1,2,...,n, \alpha_i \in R$ свойства пространства $W_{p,\bar{\rho}}^n(I)$ и эквивалентные нормы в нем хорошо исследованы (см.[1], [2], [3] и приведенные там ссылки).

Пусть $I_0=(0,1]$ и $I_0=[1,\infty)$. Введем пространства $W_{p,\bar{\rho}}^n(I_0)$ и $W_{p,\bar{\rho}}^n(I_\infty)$ с нормами

$$\|f\|_{W_{p,\bar{\rho}}^n(I_0)} = \left\|D_{\bar{\rho}}^n f\right\|_{p,I_0} + \sum_{i=0}^{n-1} |D_{\bar{\rho}}^i f(1)| \qquad (3)$$

и

$$\|f\|_{W_{p,\bar{\rho}}^n(I_\infty)} = \left\|D_{\bar{\rho}}^n f\right\|_{p,I_\infty} + \sum_{i=0}^{n-1} |D_{\bar{\rho}}^i f(1)|, \qquad (4)$$

как сужения функции $f \in W_{p,\bar{\rho}}^n(I)$ соответственно на I_0 и I_∞.

Если $f \in W^n_{p,\bar{\rho}}(I)$, то сужения $f_{|_{I_0}} = f_1$ и $f_{|_{I_\infty}} = f_2$ соответственно принадлежат $W^n_{p,\bar{\rho}}(I_0)$ и $W^n_{p,\bar{\rho}}(I_\infty)$, причем

$$D^i_{\bar{\rho}} f_1(1) = D^i_{\bar{\rho}} f_2(1), i = 0,1,...,n-1. \tag{5}$$

Обратно, если $f_1 \in W^n_{p,\bar{\rho}}(I_0)$, $f_2 \in W^n_{p,\bar{\rho}}(I_\infty)$ и выполнено (5), то для функции $f = f_1$ на I_0 и $f = f_2$ на I_∞ функции $D^i_{\bar{\rho}} f, i = 0,1,...,n-1,$ локально абсолютно непрерывны на I, значит существуют $D^n_{\bar{\rho}} f$ и

$$\left\| D^n_{\bar{\rho}} f \right\|_{p,I} \le \left\| D^n_{\bar{\rho}} f_1 \right\|_{p,I_0} + \left\| D^n_{\bar{\rho}} f_2 \right\|_{p,I_\infty}. \tag{6}$$

С другой стороны

$$\left\| D^n_{\bar{\rho}} f \right\|_{p,I_0} + \left\| D^n_{\bar{\rho}} f \right\|_{p,I_\infty} \le 2\left\| D^n_{\bar{\rho}} f \right\|_{p,I}, \ \forall f \in W^n_{p,\bar{\rho}}(I), \tag{7}$$

тогда из (2), (3), (4), (6) и (7) имеем

$$\frac{1}{2}\left(\| f \|_{W^n_{p,\bar{\rho}}(I_0)} + \| f \|_{W^n_{p,\bar{\rho}}(I_\infty)} \right) \le \| f \|_{W^n_{p,\bar{\rho}}(I)} \le 2\left(\| f \|_{W^n_{p,\bar{\rho}}(I_0)} + \| f \|_{W^n_{p,\bar{\rho}}(I_\infty)} \right), \tag{8}$$

для всех $f \in W^n_{p,\bar{\rho}}(I)$. На основании (8) изучение пространства $W^n_{p,\bar{\rho}}(I)$ сводится к изучению пространств $W^n_{p,\bar{\rho}}(I_0)$ и $W^n_{p,\bar{\rho}}(I_\infty)$.

Более того, заменой переменных $t = \frac{1}{x}$ функция $f \in W^n_{p,\bar{\rho}}(I_\infty)$ переводится в функцию $\bar{f}\ (x) = f\left(\frac{1}{x}\right) : (0,1) \to R$. Так как $\frac{df(t)}{dt} = -x^2 \frac{d\bar{f}(x)}{dx}$, то пологая $x^2 \rho_i\left(\frac{1}{x}\right) \equiv \tilde{\rho}_i(x)$, $i = 1,2,...,n-1$ и $x^{\frac{2}{p'}} \rho_n\left(\frac{1}{x}\right) = \tilde{\rho}_n(x)$, имеем $D^i_{\bar{\rho}} f(t) = (-1)^i D^i_{\tilde{\bar{\rho}}} \bar{f}(x), i = 0,1,...,n-1$ и $\left\| D^n_{\bar{\rho}} f \right\|_{p,I_\infty} = \left\| D^n_{\tilde{\bar{\rho}}} f \right\|_{p,I_0}$.

Следовательно, изучение пространства $W^n_{p,\bar{\rho}}(I_\infty)$ равносильно изучению пространства $W^n_{p,\bar{\rho}}(I_0)$.

Таким образом, в статье мы приводим результаты и их доказательства только для интервала I_0. В виду вышесказанного эти результаты можно легко распространить на случай интервала I_∞. Далее, используя (8), совокупность результатов для пространства $W^n_{p,\bar{\rho}}(I_0)$ и $W^n_{p,\bar{\rho}}(I_\infty)$ можно обобщить на все пространство $W^n_{p,\bar{\rho}}(I)$.

Для $i, j = 0,1,...,n-1$ определим функции $K_{j,i+1}, \overline{K}_{j,i+1} : I_0 \times I_0 \to R$:

$$K_{j,i+1}(x,s) = (-1)^{j-i} \int_s^x \rho_j^{-1}(t_j) \int_s^{t_j} \rho_{j-1}^{-1}(t_{j-1}) ... \int_s^{t_{i+2}} \rho_{i+1}^{-1}(t_{i+1}) dt_{i+1} dt_{i+2} ... dt_j$$

и

$$\overline{K}_{j,i+1}(x,s) = \int_s^x \rho_j^{-1}(t_j) \int_{t_j}^x \rho_{j-1}^{-1}(t_{j-1}) ... \int_{t_{i+2}}^x \rho_{i+1}^{-1}(t_{i+1}) dt_{i+1} dt_{i+2} ... dt_j\ ,$$

при $i > j, K_{i,i+1}(x,s) \equiv \overline{K}_{i,i+1}(x,s) \equiv 1$ и $K_{j,i+1}(x,s) \equiv \overline{K}_{j,i+1}(x,s) \equiv 0$ при $j < i$.

Пологая $\int_s^x = -\int_x^s$ для любых $0 < s, x \le 1$, имеем $\overline{K}_{j,i+1}(x,s) \equiv K_{j,i+1}(s,x)$.

Рассмотрим многочлен по системе функций $\{K_{i,1}(1,t)\}_{i=0}^{n-1}: P_n(t)=\sum_{i=0}^{n-1} a_i K_{i,1}(1,t)$, где $a_i, i=0,1,...,n-1$ - действительные числа.

Определение 1. Будем говорить, что функция $f \in W_{p,\bar{\rho}}^n$ выходит в нуле на многочлен $P_n(t) \equiv P_n(t,f)$, если

$$\lim_{t\to 0^-} D_{\bar{\rho}}^i[f(t)-P_n(t,f)]=0, \quad i=0,1,...,n-1. \tag{9}$$

Здесь и далее положим $W_{p,\bar{\rho}}^n(I_0) \equiv W_{p,\bar{\rho}}^n$, $\|\cdot\|_{p,I_0} \equiv \|\cdot\|_{p'}$. Из (9) следует, что если $f \in W_{p,\bar{\rho}}^n$ выходит при $t=0$ на многочлен $P_n(t,f)$, то коэффициенты многочлена $P_n(t,f)$ последовательно определяются из следующих соотношений $a_i \equiv a_i(f)=\lim_{t\to 0^+}[D_{\bar{\rho}}^i f(t)-\sum_{j=i+1}^{n-1} a_j(f)K_{j,i+1}(1,t)]$, $i=n-1,n-2,...,0$.

Если каждая функция $f \in W_{p,\bar{\rho}}^n$ выходит в нуле на многочлен $P_n(t,f)$, то величины $a_i(f), i=0,1,...,n-1,$ следуя Кудрявцеву Л.Д. [4], будем считать «граничными значениями» функции $f \in W_{p,\bar{\rho}}^n$ в особой точке $t=0$.

В работе [5] даны условия выхода в нуле функции $f \in W_{p,\bar{\rho}}^n$ на многочлен $P_n(t,f)$.

Теорема А. Пусть $1<p<\infty$. Каждая функция $f \in W_{p,\bar{\rho}}^n$ выходит в нуле на многочлен $P_n(t,f)$, тогда и только тогда, когда

$$\int_0^t \rho_n^{-p'}(s)\overline{K}_{n-1,i+1}^{p'}(t,s)ds<\infty, \quad 0<t\le 1, \tag{10}$$

для всех $i=0,1,...,n-1$, при этом имеют место представления

$$D_{\bar{\rho}}^i f(t)=\sum_{j=i}^{n-1} a_j(f)K_{j,i+1}(1,t)+\int_0^t \rho_n^{-1}(s)\overline{K}_{n-1,i+1}(t,s)D_{\bar{\rho}}^n f(s)ds, \tag{11}$$

для всех $i=0,1,...,n-1$.

Из (11) при $t=1$ имеем

$$D_{\bar{\rho}}^i f(1)-a_i(f)=\int_0^1 \rho_n^{-1}(s)\overline{K}_{n-1,i+1}(1,s)D_{\bar{\rho}}^n f(s)ds, \quad i=0,1,...,n-1.$$

Откуда в силу (10) и $f \in W_{p,\bar{\rho}}^n$ имеем

$$\left|D_{\bar{\rho}}^i f(1)-a_i(f)\right| \le C\left\|D_{\bar{\rho}}^n f\right\|_p. \tag{12}$$

Пусть $N=\{0,1,...,n-1\}$. Пусть $N_1 \subset N$ и $N_0 \subset N$ такие, что $N_1 \cap N_0=\varnothing$ и $N_1 \cup N_0=N$. Если $N_1 \ne \varnothing$ и $N_0 \ne \varnothing$, то положим $N_1=\{i_1,i_2,...,i_k\}$, $N_0=\{j_1,j_2,...,j_m\}$ и $k+m=n$.

Из соотношения (12) легко установить следующую.

Теорема 1. Пусть $1<p<\infty$ и выполнено (10). Если $N_1=\varnothing$ и $N_0=N$, то функционал $\|f\|_{W_{p,\bar{\rho}}^n}^1=\left\|D_{\bar{\rho}}^n f\right\|_p+\sum_{i=0}^{n-1}|a_i(f)|$, а если $N_1 \ne 0$ и $N_0 \ne \varnothing$, то функционал

$$\|f\|^2_{W^n_{p,\bar\rho}} = \left\|D^n_{\bar\rho} f\right\|_p + \sum_{\mu=1}^{k} |D^{i_\mu}_{\bar\rho} f(1)| + \sum_{\lambda=1}^{m} |a_{j_\lambda}(f)| \qquad (13)$$

эквивалентно норме (2) пространства $W^n_{p,\bar\rho}$.

Теперь установим более общую чем (13) норму, эквивалентную норме (2) пространства $W^n_{p,\bar\rho}$. Мы предполагаем $N_1 \cap N_0 \neq \varnothing$ и $k+m \geq n$.

Проведем некоторые предварительные подготовки. Пусть $1 \geq z > y > 0$, $0 \leq i \leq n-1$ и $f \in W^n_{p,\bar\rho}$. Интегрируя по частям, имеем

$$\int_y^z \rho_n^{-1}(s)\overline{K}_{n-1,i+1}(z,s)D^n_{\bar\rho} f(s)ds = \sum_{j=i}^{n-1} \overline{K}_{j,i+1}(z,s)D^j_{\bar\rho} f(s)|_y^z = D^i_{\bar\rho} f(z) - \sum_{j=i}^{n-1} \overline{K}_{j,i+1}(z,y)D^j_{\bar\rho} f(y)$$

или

$$D^i_{\bar\rho} f(z) = \sum_{j=i}^{n-1} \overline{K}_{j,i+1}(z,y)D^j_{\bar\rho} f(y) + \int_y^z \rho_n^{-1}(s)\overline{K}_{n-1,i+1}(z,s)D^n_{\bar\rho} f(s)ds \qquad (14)$$

при $i = 0,1,\ldots,n-1$.

Лемма 1. Пусть $0 < y \leq z \leq x \leq 1$ и $0 \leq i \leq k \leq n-1$. Тогда

$$K_{k,i+1}(x,z) = \sum_{j=i}^{k} \overline{K}_{j,i+1}(z,y)K_{k,j+1}(x,y), \qquad (15)$$

$$\overline{K}_{k,i+1}(x,y) = \sum_{j=i}^{k} \overline{K}_{k,j+1}(z,y)\overline{K}_{j,i+1}(x,z). \qquad (16)$$

Доказательство. Пусть $0 \leq i \leq k \leq n-1$. В (14) положим $f(z) = K_{k,1}(x,z)$. Тогда, в силу $D^n_{\bar\rho} K_{k,1}(x,z) \equiv 0$, где производные берем по z, из (14) следует (15). Теперь докажем (16).

Пусть $0 \leq i \leq n-1$ фиксировано. Так как $\overline{K}_{i,i+1}(z,x) \equiv 1$, то при $k = i$ соотношение (16) выполнено. Пусть (16) выполнено при $k = i, i+1, \ldots, m-1$, $m-1 < n-1$. Покажем, что (16) выполнено при $k = m$. Имеем

$$\overline{K}_{m,i+1}(x,y) = \int_y^x \rho_m^{-1}(s)\overline{K}_{m-1,i+1}(x,s)ds = \int_y^z \rho_m^{-1}(s)\overline{K}_{m-1,i+1}(x,s)ds + \int_z^x \rho_m^{-1}(s)\overline{K}_{m-1,i+1}(x,s)ds =$$

$$= \int_y^z \rho_m^{-1}(s)\sum_{j=i+1}^{m-1} \overline{K}_{m-1,j+1}(z,s)\overline{K}_{j,i+1}(x,z)ds + \overline{K}_{m,i+1}(x,z) = \sum_{j=i+1}^{m-1} \int_y^z \rho_m^{-1}(s)\overline{K}_{m-1,j+1}(z,s)ds\, \overline{K}_{j,i+1}(x,z) +$$

$$+ \overline{K}_{m,m+1}(z,y)\overline{K}_{m,i+1}(x,z) = \sum_{j=i+1}^{m} \overline{K}_{m,j+1}(z,y)\overline{K}_{j,i+1}(x,z),$$

т.е. соотношение (16) выполнено и при $k = m$. Лемма 1 доказана.

Пусть $1 \geq x \geq t > 0$. Умножая обе части (11) на $\overline{K}_{i,k+1}(x,t)$, $i \geq k \geq 0$, и суммируя по i от k до $n-1$, имеем

$$\sum_{i=k}^{n-1}\overline{K}_{i,k+1}(x,t)D_{\overline{\rho}}^{i}f(t)=\sum_{j=k}^{n-1}a_j(f)\sum_{i=k}^{j}\overline{K}_{i,k+1}(x,t)K_{j,i+1}(1,t)+\int_0^1\rho_n^{-1}(s)\sum_{i=k}^{n-1}\overline{K}_{n-1,i+1}(t,s)\overline{K}_{i,k+1}(x,t)D_{\overline{\rho}}^{n}f(s)ds.$$

Откуда, в силу (15) и (16), имеем

$$\sum_{i=k}^{n-1}K_{i,k+1}(x,t)D_{\overline{\rho}}^{i}f(t)=\sum_{j=k}^{n-1}a_j(f)K_{j,k+1}(1,x)+\int_0^t\rho_n^{-1}(s)\overline{K}_{n-1,i+1}(x,s)D_{\overline{\rho}}^{n}f(s)ds,$$

$k=0,1,\ldots,n-1$. В этом равенстве, пологая $x=1$, получим

$$a_k=a_k(f)=\sum_{i=k}^{n-1}\overline{K}_{i,k+1}(1,t)D_{\overline{\rho}}^{i}f(t)-\int_0^t\rho_n^{-1}(s)\overline{K}_{n-1,i+1}(1,s)D_{\overline{\rho}}^{n}f(s)ds, \tag{17}$$

$k=0,1,\ldots,n-1$. В (14) положим $z=1,\ y=\frac{1}{2}$, а в (17) положим $t=\frac{1}{2}$, тогда

$$\sum_{j=i}^{n-1}\overline{K}_{j,i+1}(1,\frac{1}{2})D_{\overline{\rho}}^{j}f(\frac{1}{2})=D_{\overline{\rho}}^{i}f(1)-\int_{\frac{1}{2}}^{1}\rho_n^{-1}(s)\overline{K}_{n-1,i+1}(1,s)D_{\overline{\rho}}^{n}f(s)ds, \tag{18}$$

$i=0,1,\ldots,n-1,$ и

$$\sum_{i=j}^{n-1}\overline{K}_{i,j+1}(1,\frac{1}{2})D_{\overline{\rho}}^{i}f(\frac{1}{2})=a_j+\int_0^{\frac{1}{2}}\rho_n^{-1}(s)\overline{K}_{n-1,j+1}(1,s)D_{\overline{\rho}}^{n}f(s)ds, \tag{19}$$

$j=0,1,\ldots,n-1.$

Пусть в (18) $i=l_1,l_2,\ldots,l_{k_1}$, а в (19) $j=\lambda_1,\lambda_2,\ldots,\lambda_{m_1}$, где $0\le l_1<l_2<\ldots<l_{k_1}\le n-1$, $0\le\lambda_1<\lambda_2<\ldots<\lambda_{m_1}\le n-1$ и $k_1+m_1=n$.

Тогда относительно $D_{\rho}^{i}f\left(\frac{1}{2}\right), i=0,1,\ldots,n-1$, имеем систему уравнений

$$\sum_{j=l_\mu}^{n-1}\overline{K}_{j,l_\mu+1}\left(1,\frac{1}{2}\right)D_{\overline{\rho}}^{j}f\left(\frac{1}{2}\right)=D_{\overline{\rho}}^{l_\mu}f(1)-\int_{\frac{1}{2}}^{1}\rho_n^{-1}(s)\overline{K}_{n-1,l_\mu+1}(1,s)D_{\overline{\rho}}^{n}f(s)ds, \tag{20}$$

$\mu=1,2,\ldots,k_1,$ и

$$\sum_{i=\lambda_\nu}^{n-1}\overline{K}_{i,\lambda_\nu+1}\left(1,\frac{1}{2}\right)D_{\overline{\rho}}^{i}f\left(\frac{1}{2}\right)=a_{\lambda_\nu}+\int_0^{\frac{1}{2}}\rho_n^{-1}(s)\overline{K}_{n-1,\lambda_\nu+1}(1,s)D_{\overline{\rho}}^{n}f(s)ds, \tag{21}$$

$\nu=1,2,\ldots,m_1$.

Будем считать, что строки матрицы в левой части системы (20) и (21) занумерованы индексами $0,1,\ldots,n-1$, и обозначим через

$$D\begin{pmatrix} l_1, & l_2, & \ldots & l_{k_1} \\ \lambda_1, & \lambda_2, & \ldots & \lambda_{m_1}\end{pmatrix}$$

определитель порядка n, первые k_1 строчек которого является строчками матрицы системы (20) с индексами $l_1, l_2, ..., l_{k_1}$, а следующие $m_1 = n - k_1$ строчек является строчками матрицы системы (21) с индексами $\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_{m_1}$. Этот определитель является определителем системы (20), (21) относительно $D_{\bar{\rho}}^i f\left(\frac{1}{2}\right), i = 0,1,...,n-1.$

Теорема 2. Пусть $1 < p < \infty$, $1 \le k_1 \le k \le n$, $1 \le m_1 \le m \le n$, $k + m \ge n$ и выполнено (10). Пусть $\{i_1, i_2, ..., i_k\} \supset \{l_1, l_2, ..., l_{k_1}\}$ и $\{j_1, j_2, ..., j_m\} \supset \{\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_{m_1}\}$.

Если

$$D\begin{pmatrix} l_1, & l_2, & \dots & l_{k_1} \\ \lambda_1, & \lambda_2, & \dots & \lambda_{m_1} \end{pmatrix} \ne 0, \tag{22}$$

то функционал (13) эквивалентен норме (2) пространсва $W_{p,\bar{\rho}}^n$.

Доказательство. В силу условия (10) из (18) имеем

$$\left|D_{\bar{\rho}}^i f(1)\right| \le C_1 \left(\sum_{j=0}^{n-1} \left| D_{\bar{\rho}}^j f\left(\frac{1}{2}\right) \right| + \left\| D_{\bar{\rho}}^n f \right\|_p \right), \tag{23}$$

$i = 0,1,...,n-1$. Так как определитель

$$\begin{vmatrix} 1 & K_{1,1}\left(1,\frac{1}{2}\right) & \dots & \dots & K_{n-1,1}\left(1,\frac{1}{2}\right) \\ 0 & 1 & K_{2,2}\left(1,\frac{1}{2}\right) & \dots & K_{n-1,2}\left(1,\frac{1}{2}\right) \\ 0 & 0 & 1 & \dots & K_{n-2,3}\left(1,\frac{1}{2}\right) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & K_{n-1,n-2}\left(1,\frac{1}{2}\right) \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \end{vmatrix} = 1 \ne 0,$$

то, разрешая (18) относительно $\left\{ D_{\bar{\rho}}^j f\left(\frac{1}{2}\right) \right\}_{j=0}^{n-1}$ имеем

$$\left| D_{\bar{\rho}}^j f\left(\frac{1}{2}\right) \right| \le C_2 \left(\sum_{i=0}^{n-1} \left| D_{\bar{\rho}}^i f(1) \right| + \left\| D_{\bar{\rho}}^n f \right\|_p \right), \tag{24}$$

$j = 0,1,...,n-1$.

Из (23) и (24) следует, что функционал

$$\| f \|_{W_{p,\bar{\rho}}^n}^3 = \left\| D_{\bar{\rho}}^n f \right\|_p + \sum_{j=0}^{n-1} \left| D_{\bar{\rho}}^j f\left(\frac{1}{2}\right) \right|$$

эквивалентен норме (2) пространства $W_{p,\rho}^n$.

Рассматривая (18) при $i = l_1, l_2, ..., l_{k_1}$, а (19) при $j = \lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_{m_1}$, в силу (10) имеем

$$\left|D_{\bar{\rho}}^{l_\mu} f(1)\right| \le C_\mu \left(\sum_{j=0}^{n-1} \left| D_{\bar{\rho}}^{j} f\left(\frac{1}{2}\right) \right| + \left\| D_{\bar{\rho}}^{n} f \right\|_p \right), \qquad \mu = 0,1,...,k_1$$

и

$$\left|a_{\lambda_\nu}\right| \le C_\nu \left(\sum_{i=0}^{n-1} \left| D_{\bar{\rho}}^{i} f\left(\frac{1}{2}\right) \right| + \left\| D_{\bar{\rho}}^{n} f \right\|_p \right), \qquad \nu = 0,1,...,m_1$$

Откуда

$$\sum_{\mu=1}^{k_1} \left| D_{\bar{\rho}}^{l_\mu} f(1) \right| + \sum_{\nu=1}^{m_1} \left| a_{\lambda_\nu} \right| \le C' \| f \|_{W_{p,\bar{\rho}}^n}^3 . \tag{25}$$

Теперь, рассмотрим систему (20), (21) относительно $\left\{ D_{\bar{\rho}}^{j} f\left(\frac{1}{2}\right) \right\}_{j=0}^{n-1}$. В силу (22) это система однозначно разрешается относительно $\left\{ D_{\bar{\rho}}^{j} f\left(\frac{1}{2}\right) \right\}_{j=0}^{n-1}$:

$$D_{\bar{\rho}}^{j} f\left(\frac{1}{2}\right) = \sum_{\mu=1}^{k_1} d_{j,\mu} D_{\bar{\rho}}^{l_\mu} f(1) + \sum_{\mu=1}^{k_1} b_{j,\mu} \int_{\frac{1}{2}}^{1} \rho_n^{-1}(s) K_{n-1,l_\mu+1}(1,s) D_{\bar{\rho}}^{n} f(s) ds +$$

$$+ \sum_{\nu=1}^{m_1} C_{j,\nu} a_{\lambda_\nu} + \sum_{\nu=1}^{m_1} l_{j,\nu} \int_{0}^{\frac{1}{2}} \rho_n^{-1}(s) \overline{K}_{n-1,\lambda_\nu+1}(1,s) D_{\bar{\rho}}^{n} f(s) ds,$$

$j = 0,1,...,n-1$.Откуда, используя (10), получим

$$\sum_{j=0}^{n-1} | D_{\bar{\rho}}^{j} f(1) | \le C^4 \left(\sum_{\mu=1}^{k_1} \left| D_{\bar{\rho}}^{l_\mu} f(1) \right| + \sum_{\nu=1}^{m_1} | a_{\lambda_\nu} | + \left\| D_{\bar{\rho}}^{n} f \right\|_p \right). \tag{26}$$

Из (25) и (26) имеем, что функционал

$$\| f \|_{W_{p,\bar{\rho}}^n}^4 = \left\| D_{\bar{\rho}}^{n} f \right\|_p + \sum_{\mu=1}^{k_1} | D_{\bar{\rho}}^{l_\mu} f(1) | + \sum_{\nu=1}^{m_1} | a_{\lambda_\nu} |$$

эквивалентен функционалу $\| f \|_{W_{p,\bar{\rho}}}^3$, а следовательно он эквивалентен норме (2) пространства $W_{p,\bar{\rho}}^n$, т.е. существуют положительные постоянные $\alpha, \beta, \quad \alpha \le \beta$ независящие $f \in W_{p,\bar{\rho}}^n$ и

$$\alpha \| f \|_{W_{p,\bar{\rho}}^n}^4 \le \| f \|_{W_{p,\bar{\rho}}^n} \le \beta \| f \|_{W_{p,\bar{\rho}}^n}^4 . \tag{27}$$

В силу условие теоремы 2 $\| f \|_{W_{p,\bar{\rho}}^n}^4 \le \| f \|_{W_{p,\bar{\rho}}^n}^2$, следовательно

$$\| f \|_{W_{p,\bar{\rho}}^n} \le \beta \| f \|_{W_{p,\bar{\rho}}^n}^2 . \tag{28}$$

Пусть $\{i_1, i_2, ..., i_k\} = \{l_1, l_2, ..., l_{k_1}\} \cup \{\bar{l}_1, \bar{l}_2, ..., \bar{l}_{k-k_1}\}$ и $\{j_1, j_2, ..., j_m\} = \{\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_{m_1}\} \cup \{\bar{\lambda}_1, \bar{\lambda}_2, ..., \bar{\lambda}_{m-m_1}\}$. Тогда, из (27) и в силу эквивалентности нормы $\|f\|_{W^n_{p,\bar{\rho}}}$ и $\|f\|^1_{W^n_{p,\bar{\rho}}}$, имеем

$$\|f\|^2_{W^n_{p,\bar{\rho}}} = \|f\|^4_{W^n_{p,\bar{\rho}}} + \sum_{\mu=1}^{k-k_1} \left| D^{\tau_\mu}_{\bar{\rho}} f(1) \right| + \sum_{\nu=1}^{m-m_1} | a_{\bar{\lambda}_\nu} | \le$$

$$\|f\|^4_{W^n_{p,\bar{\rho}}} + \|f\|_{W^n_{p,\bar{\rho}}} + \|f\|^1_{W^n_{p,\bar{\rho}}} \le \left(\frac{1}{\alpha} + 1 + \frac{1}{\bar{\alpha}} \right) \|f\|_{W^n_{p,\bar{\rho}}},$$

который вместе с (28) дает эквивалентность нормы $\|f\|_{W^n_{p,\bar{\rho}}}$ пространства $W^n_{p,\bar{\rho}}$ функционалу $\|f\|^4_{W^n_{p,\bar{\rho}}}$, где $\bar{\alpha}$ из соотношения $\bar{\alpha}\|f\|^1_{W^n_{p,\bar{\rho}}} \le \|f\|_{W^n_{p,\bar{\rho}}}$ вытекающее из эквивалентности нормы $\|f\|_{W^n_{p,\bar{\rho}}}$ и $\|f\|^1_{W^n_{p,\bar{\rho}}}$. Теорема 2 доказана.

Замечание. Известно [6], что, если $P_n(t)$ - алгебраический многочлен со степенью $n-1$, то условие (22) выполняется тогда и только тогда, когда индексы $\{l_\mu\}_{\mu=1}^{k_1}$ и $\{\lambda_\nu\}_{\nu=1}^{m_1}$ удовлетворяют условию Пойа: $l_1 \le \bar{\lambda}_1,\ l_2 \le \bar{\lambda}_2,\ ...,\ l_{k_1} \le \bar{\lambda}_{k_1}$, где $\{\bar{\lambda}_1, \bar{\lambda}_2, ..., \bar{\lambda}_{k_1}\} = \{0,1,...,n-1\} \setminus \{\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_{m_1}\}$. Однако авторам неизвестно аналогичные условия для системы $\left\{ \bar{K}_{j,i+1}\left(1, \frac{1}{2}\right) \right\}_{i,j=0}^{n-1}$.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Abdikalikova Z.T.. Some new Results concerning Boundedness and Compactness for Embeddings between Spaces Multiweighted Derivatives // PhD Thesis, Lulea University of Technology, Department of mathematics, June, 2009.

[2] Байдельдинов Л.А., Теория многовесовых пространств и ее приложение к краевым задачам для сингудярных дифференциальных уравнений. Докторская диссертация. Алматы, 1998.

[3] Kalybay A.A., A new development of Nikol'skii -Lizorkin and Hardy type inequalities with applications, PhD Thesis, Luleå University of Technology, 2006.

[4] Kudryavtsev L.D., On norms in weighted spaces of functions given on infinite intervals, Anal. Math., 12:4 (1986), 269-282.

[5] Калыбай А., Кеулимжаева Ж.А., Ойнаров Р. Пространство с мультивесовыми производными и граничное поведение // VIII международная научная конференция «Проблемы дифференциальных уравнений, анализа и алгебры». Тезисы докладов – Актобе, 2018 – С. 152-156.

[6] Кудрявцев Л. Д., “Вариационные задачи со свободными концами на ограниченных и неограниченных промежутках”, Исследования по теории дифференцируемых функций многих переменных и ее приложениям. Часть 12, Сборник работ, Тр. МИАН СССР, 181, Наука, М., 1988, 137–146.

Калыбай А.А., Кеулимжаева Ж.А.

Мультисалмақты туындылы кеңістіктің эквивалентті нормалары

Түйіндеме. Табиғаттағы, техникадағы немесе басқа саладағы әртүрлі құбылыстарды математикалық модельдеу барысында, ол құбылыстың кейбір бөліктерінің қалыпсыз жағдайда өзгеруіне байланысты, үлкен қиындықтар кездеседі. Мұндай жағдайда математиктер бұл құбылысты салмақты функционалдық кеңістіктерде модельдейді, кеңістіктегі салмақты функциялар зерттеп отырған құбылыстың сингулярлық өзгерістеріне жауап беретіндей болу керек.

Егер функционалдық кеңістікте оның нормасына эквивалентті болатын әртүрлі функционалдар орнатылған болса, онда бұл кеңістікте қарастырылып отырған әртүрлі есептерді зерттеуде көп артықшылық береді, себебі бір есепті зерттегенде бір нормасы ыңғайлы болса, екінші бір есепке екіншісі ыңғайлы болады. Сондықтан, қарастырылып отырған кеңістікте әртүрлі эквивалентті нормаларды табу функционалдық кеңістіктерінің маңызды классикалық есебі болып табылады.

Ұсынып отырған мақалада бір мультисалмақты кеңістікте осы есеп қарастырылып отыр.

Түйін сөздер: салмақты функция, кеңістік нормасы, эквивалентті нормалар, мультисалмақты кеңістік, функцияның шекаралық мәні, локалді абсолютті үзіліссіз функция.

УДК 004.942, 519.622.2

B.A. Urmashev, S.Y. Kasenov, A.T. Tursynbay, A.N. Temirbekov,
A.B. Amantayeva, L.A. Sagimbayeva
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: baidaulet.urmashev@kaznu.kz)

SOLUTIONS OF THE INVERSE PROBLEM OF PHARMACOKINETICS FOR THE THREE-COMPARTMENT MODEL

Abstract. This article discusses the incorrectness of the inverse pharmacokinetics problem for a three-chamber linear model. The formulation of the pharmacokinetics problem for a three-chamber linear model is described. The direct problem is the Cauchy problem for a system of ordinary differential equations. Solving a direct problem analytically, the concentration for the first camera is determined. Using the Laplace transform to solve the inverse problem for given experimental ones, the existence of four solutions is proved. As a result, the non-uniqueness of the inverse problem is shown.

Key words: three-chamber model, system of differential equations, pharmacokinetics, non-uniqueness, inverse problem, Laplace transforms.

Б.А. Урмашев, С.Е. Касенов, А.Т. Тұрсынбай, А.Н. Темирбеков,
А.Б. Амантаева, Л.А. Сагимбаева
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан, E-mail: baidaulet.urmashev@kaznu.kz)

РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ФАРМАКОКИНЕТИКИ ДЛЯ ТРЕХКАМЕРНОЙ МОДЕЛИ

Аннотация. В статье рассматривается некорректность обратной задачи фармакокинетики для трехкамерной линейной модели. Описана постановка задачи фармакокинетики для трехкамерной линейной модели. Прямая задача – задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнении. Решая прямую задачу аналитическим путем, определяется концентрация для первой камеры. Используя преобразование Лапласа при решении обратной задачи для заданных экспериментальных доказывается существование четырех решений. В результате показана неединственность обратной задачи.

Ключевые слова: трехкамерная модель, система дифференциальных уравнений, фармакокинетика, неединственность, обратная задача, преобразования Лапласа.

Введение. Фармакокинетические модели широко используются в качестве средства прогнозирования расположения лекарственного средства в организме. Это можно предсказать, моделируя одновременное распределение лекарственного средства через ткани тела и клиренс [1]. Основополагающими фармакокинетическими концепциями являются объем и клиренс. Время, необходимое для выведения препарата из организма, определяется отношением объема к клиренсу [2]. Кинетика определяется как скорость изменения концентрации лекарственного средства, выраженная в единицах концентрации за единицу времени [3]. Камера в камерной модели определяется как количество вещества, которое имеет однородную и ощутимую кинетику трансформации и транспорта [4-6].

Фармакокинетические исследования изучают, как организм взаимодействует на всасывание, распределение, метаболизм и выведение исследуемых лекарств, выраженные в математических терминах. Прикладная фармакокинетика представляет собой сложную клиническую дисциплину с сильной теоретической основой для улучшения результатов лечения организма путем контроля изменчивости в распределении лекарств среди тела. Фармакокинетический анализ проводится безкамерными (модельно-независимыми) или камерными методами. Камерный фармакокинетический анализ использует фармакокинетические модели для описания и прогнозирования кривой концентрация-время. Основным преимуществом камерных методов перед безкамерными методами является способность прогнозировать концентрацию.

Многокамерные моделирование требует принятия нескольких допущений, таких, что системы в физическом существовании могут моделироваться математически:

1. Мгновенное равномерное распределение материалов внутри камера;

2. Скорость обмена материалов между камерами пропорциональна плотности этих камер. Например, скорость переноса из камерыi в камеруj представляет собой $k_{ij}m_i$, в то время как m_i представляет собой массу лекарства в отделении i, а k_{ij} представляет собой константу скорости;

3. Обычно желательно, чтобы материалы не подвергались химическим реакциям при передаче между камерами.

На практике количество камер обычно ограничено до 3, поскольку биологическая изменчивость и изменение анализа не позволяют оценить дополнительные коэффициенты и показатели по наблюдаемым данным [7]. Функция экспоненциального распределения может быть математически преобразована в многокамерную модель с введением лекарственного средства в центральный камеру и переносом процессов первого порядка в периферические камер. После выбора фармакокинетической модели полезно установить функциональные связи между фармакокинетическими свойствами и характеристиками пациента [8].

В 1968 году Крюгер-Тимер впервые предложил модель с двумя камерами для достижения и поддержания постоянного уровня концентрации лекарств в крови [8, 10]. Результаты показали, что нагрузочная доза была необходима для заполнения начального объема распределения для достижения устойчивого состояния. В 1981 году Швильден предложил метод для поддержания постоянной концентрации лекарственного средства в центральной камере модели с тремя камерами [7].

Методы. *Постановка задачи.* Дифференциальные уравнения, описывающие динамику изменения количества лекарственных средств в трехкамерной линейной моделифармакокинетики, имеют следующий вид:

$$\frac{dm_a}{dt} = -k_a m_a \tag{1}$$

$$\frac{dm_1}{dt} = k_a m_a - (k_{12} + k_{13} + k_{el})m_1 + k_{21}m_2 + k_{31}m_3 \tag{2}$$

$$\frac{dm_2}{dt} = k_{12}m_1 - k_{21}m_2 \tag{3}$$

$$\frac{dm_3}{dt} = k_{13}m_1 - k_{31}m_3 \tag{4}$$

$$\frac{dm_{el}}{dt} = k_{el}m_1 \tag{5}$$

К системе уравнений (1)-(5) добавляются начальные условия:

$$m_a(0) = m_0, m_1(0) = m_2(0) = m_3(0) = m_{el}(0) = 0. \tag{6}$$

Задача (1)-(6) описывает процесс распределения лекарственного средства в организме. В этой задаче организм разделен на три камеры. Камера 1, так называемая центральная камера, это часть организма, во всех точках которой концентрация лекарственного средства равна $C_1(t)$. В ее состав входят сердце и кровяная система. Вторая камера – это органы с высоким кровоснабжением (почки, печень, легкие). Остальная часть организма относится к третьей камере, состоящей из тканей с низким кровоснабжением (жир, кости, мышцы и т.д.) [1].

Пусть m_0 – количество препарата в месте введения, а m_1, m_2, m_3, m_{el}– его количества в камерах 1, 2, 3, el соответственно, V_1– объём крови. Тогда концентрации лекарственного средства вычисляются по формуле:

$$C_a(t) = m_a(t)/V_1, C_1(t) = m_1(t)/V_1,\ C_2(t) = m_2(t)/V_1,\ C_3(t) = m_3(t)/V_1,\ C_{el}(t) = m_{el}(t)/V_1$$

Здесь k_a – константа скорости адсорбции лекарственного средства в месте его введения в организм, k_{12} и k_{21}-констаты скорости перехода препарата из камеры 1 в камеру 2 соответственно и обратно, k_{13} и k_{31}-констаты скорости перехода препарата из камеры 1 в камеру 3 соответственно и обратно, k_{el} – константа скорости элиминации препарата из камеры 1.

Далее, разделив уравнения системы (1)-(6) и начальные данные на соответствующие объёмы V_1, получится система дифференциальных уравнений для концентраций $C_a(t),\ C_1(t), C_2(t), C_3(t), C_{el}(t)$:

$$\frac{dC_a}{dt} = -k_a C_a \tag{7}$$

$$\frac{dC_1}{dt} = k_a C_a - (k_{12} + k_{13} + k_{el})C_1 + k_{21}C_2 + k_{31}C_3 \tag{8}$$

$$\frac{dC_2}{dt} = k_{12}C_1 - k_{21}C_2 \tag{9}$$

$$\frac{dC_3}{dt} = k_{13}C_1 - k_{31}C_3 \tag{10}$$

$$\frac{dC_{el}}{dt} = k_{el}C_1 \tag{11}$$

с начальными данными:

$$C_a(0) = C_0,\ C_1(0) = C_2(0) = C_3(0) = C_{el}(0) = 0 \tag{12}$$

Обсуждение. *Аналитическое решение.* Решается система (7)-(11) с начальными условиями (12), используя преобразования Лапласа. Спомощью преобразования Лапласа (13) выполняется переход от оригиналов к соответствующим изображениям

$$C_a(t) \risingdotseq \overline{C_a}(p) \quad C_a'(t) \risingdotseq p \cdot \overline{C_a}(p) - C_0$$

$$C_1(t) \risingdotseq \overline{C_1}(p) C_1'(t) \risingdotseq p \cdot \overline{C_1}(p)$$

$$C_2(t) \risingdotseq \overline{C_2}(p) C_2'(t) \risingdotseq p \cdot \overline{C_2}(p)$$

$$C_3(t) \risingdotseq \overline{C_3}(p) C_3'(t) \risingdotseq p \cdot \overline{C_3}(p)$$

$$C_{el}(t) \risingdotseq \overline{C_{el}}(p) C_{el}'(t) \risingdotseq p \cdot \overline{C_{el}}(p)$$

Далее изображения подставляются в исходное уравнение (7)-(11)

$$p \cdot \overline{C_a} - C_0 = -k_a \overline{C_a} \tag{13}$$

$$p \cdot \overline{C_1} = k_a \overline{C_a} - (k_{12} + k_{13} + k_{el})\overline{C_1} + k_{21}\overline{C_2} + k_{31}\overline{C_3} \tag{14}$$

$$p \cdot \overline{C_2} = k_{12}\overline{C_1} - k_{21}\overline{C_2} \tag{15}$$

$$p \cdot \overline{C_3} = k_{13}\overline{C_1} - k_{31}\overline{C_3} \tag{16}$$

$$p \cdot \overline{C_{el}} = k_{el}\overline{C_1} \tag{17}$$

Из уравнении (13), (14), (15), (16) находятся $\overline{C_a}, \overline{C_2}, \overline{C_3}, \overline{C_{el}}$ и подставляются в уравнение (14).

$$\overline{C_a} = \frac{C_0}{p + k_a} \tag{18}$$

$$\overline{C_{el}} = \frac{k_{el}\overline{C_1}}{p} \tag{19}$$

$$\overline{C_2} = \frac{k_{12}\overline{C_1}}{p + k_{21}} \tag{20}$$

$$\overline{C_3} = \frac{k_{13}\overline{C_1}}{p+k_{31}} \tag{21}$$

$$p \cdot \overline{C_1} + (k_{12} + k_{13} + k_{el})\overline{C_1} - \frac{k_{12}k_{21}}{p+k_{21}}\overline{C_1} - \frac{k_{13}k_{31}}{p+k_{31}}\overline{C_1} = \frac{C_0 \cdot k_a}{p+k_a} \tag{22}$$

Находится $\overline{C_1}(p)$из уравнения (22):

$$\overline{C_1}(p) = \frac{C_0 \cdot k_a \cdot (p+k_{21}) \cdot (p+k_{31})}{(p+k_a) \cdot (p^3 + (k_{12}+k_{13}+k_{21}+k_{31}+k_{el}) \cdot p^2 + (k_{12}k_{31}+k_{13}k_{21}+k_{21}k_{31}+k_{21}k_{el}+k_{31}k_{el}) \cdot p + k_{21}k_{31}k_{el})} \tag{23}$$

Пусть уравнение

$$p^3 + (k_{12} + k_{13} + k_{21} + k_{31} + k_{el}) \cdot p^2 + (k_{12}k_{31} + k_{13}k_{21} + k_{21}k_{31} + k_{21}k_{el} + k_{31}k_{el}) \cdot p + k_{21}k_{31}k_{el} = 0$$

имеет три действительных корней $-\alpha, -\beta, -\gamma$. Тогда

$$\alpha + \beta + \gamma = k_{12} + k_{13} + k_{21} + k_{31} + k_{el}, \tag{24}$$

$$\alpha\beta + \alpha\gamma + \beta\gamma = k_{12}k_{31} + k_{13}k_{21} + k_{21}k_{31} + k_{21}k_{el} + k_{31}k_{el}, \tag{25}$$

$$\alpha\beta\gamma = k_{21}k_{31}k_{el}, \tag{26}$$

Из формулы (24)-(26) находятсявсе корни кубического уравнения $-\alpha, -\beta, -\gamma$

$$x^3 - a_1x^2 + a_2x - a_3 = 0$$

$$a_1 = k_{12} + k_{13} + k_{21} + k_{31} + k_{el},$$

$$a_2 = k_{12}k_{31} + k_{13}k_{21} + k_{21}k_{31} + k_{21}k_{el} + k_{31}k_{el},$$

$$a_3 = k_{21}k_{31}k_{el},$$

Для решения уравнения применяется тригонометрическая формула Виета. Вначале делается подстановка $x = y + a_1/3$, в результате которой исходное уравнение преобразуется к виду: $y^3 + py + q = 0$, где $p = a_2 - a_1^2/3$ $q = a_3 + 2a_1^3/27 - a_1a_2/3$. Далее вычисляется: $D = \left(\frac{p}{3}\right)^3 + \left(\frac{q}{2}\right)^2$. Если $D -$ отрицательно (откуда очевидно p - отрицательно), уравнение имеет три действительных корня, которые получаются по формулам:

$$x_1 = 2\sqrt{-\frac{p}{3}}cos\left(\frac{u}{3}\right) - \frac{a_1}{3} = -\gamma,$$

$$x_2 = -2\sqrt{-\frac{p}{3}}cos\left(\frac{u}{3} + \frac{2\pi}{3}\right) - \frac{a_1}{3} = -\beta,$$

$$x_3 = -2\sqrt{-\frac{p}{3}}cos\left(\frac{u}{3} - \frac{2\pi}{3}\right) - \frac{a_1}{3} = -\alpha$$

где $cos(u) = -\frac{q}{2\sqrt{-\left(\frac{p}{3}\right)^3}}$ [4].

Отсюда

$$\overline{C_1}(p) = \frac{C_0 \cdot k_a \cdot (p+k_{21}) \cdot (p+k_{31})}{(p+k_a) \cdot (p+\alpha) \cdot (p+\beta) \cdot (p+\gamma)} = \frac{A_1}{p+\alpha} + \frac{A_2}{p+\beta} + \frac{A_3}{p+\gamma} + \frac{A_4}{p+k_a} \tag{27}$$

используя метода неопределенных коэффициентов находится A_1, A_2, A_3, A_4.

$$A_1(p+k_a)\cdot(p+\beta)\cdot(p+\gamma)+A_2(p+k_a)\cdot(p+\alpha)\cdot(p+\gamma)+$$
$$+A_3(p+k_a)\cdot(p+\alpha)\cdot(p+\beta)+A_4\cdot(p+\alpha)\cdot(p+\beta)\cdot(p+\gamma)=$$
$$=C_0\cdot k_a\cdot(p+k_{21})\cdot(p+k_{31}) \qquad (28)$$

1) При $p=-\alpha$

$$A_1(k_a-\alpha)\cdot(\beta-\alpha)\cdot(\gamma-\alpha)=C_0\cdot k_a\cdot(k_{21}-\alpha)\cdot(k_{31}-\alpha)\Rightarrow$$

$$A_1=\frac{C_0\cdot k_a\cdot(k_{21}-\alpha)\cdot(k_{31}-\alpha)}{(k_a-\alpha)\cdot(\beta-\alpha)\cdot(\gamma-\alpha)}$$

2) При $p=-\beta$

$$A_2(k_a-\beta)\cdot(\alpha-\beta)\cdot(\gamma-\beta)=C_0\cdot k_a\cdot(k_{21}-\beta)\cdot(k_{31}-\beta)\Rightarrow$$

$$A_2=\frac{C_0\cdot k_a\cdot(k_{21}-\beta)\cdot(k_{31}-\beta)}{(k_a-\beta)\cdot(\alpha-\beta)\cdot(\gamma-\beta)}$$

3) При $p=-\gamma$

$$A_2(k_a-\gamma)\cdot(\alpha-\gamma)\cdot(\beta-\gamma)=C_0\cdot k_a\cdot(k_{21}-\gamma)\cdot(k_{31}-\gamma)\Rightarrow$$

$$A_3=\frac{C_0\cdot k_a\cdot(k_{21}-\gamma)\cdot(k_{31}-\gamma)}{(k_a-\gamma)\cdot(\alpha-\gamma)\cdot(\beta-\gamma)}$$

Отсюда видно, что правая часть (28) не имеет степень три по p,

$$A_1+A_2+A_3+A_4=0\Rightarrow A_4=-(A_1+A_2+A_3).$$

Далее находятся остальные функции системы (7)-(12) по формулам (18)-(22). $\overline{C_a}=\dfrac{C_0}{p+k_a}$

$$\overline{C_{el}}=\frac{k_{el}}{p}\left(\frac{A_1}{p+\alpha}+\frac{A_2}{p+\beta}+\frac{A_3}{p+\gamma}+\frac{A_4}{p+k_a}\right)\Rightarrow$$

$$\overline{C_{el}}=\left(\frac{A_1k_{el}}{\alpha}+\frac{A_2k_{el}}{\beta}+\frac{A_3k_{el}}{\gamma}+\frac{A_4k_{el}}{k_a}\right)\cdot\frac{1}{p}-$$
$$-\frac{A_1k_{el}}{\alpha}\cdot\frac{1}{p+\alpha}-\frac{A_2k_{el}}{\beta}\cdot\frac{1}{p+\beta}-\frac{A_3k_{el}}{\gamma}\cdot\frac{1}{p+\gamma}-\frac{A_4k_{el}}{k_a}\cdot\frac{1}{p+k_a}$$

$$\overline{C_2}=\frac{k_{12}}{p+k_{21}}\left(\frac{A_1}{p+\alpha}+\frac{A_2}{p+\beta}+\frac{A_3}{p+\gamma}+\frac{A_4}{p+k_a}\right)\Rightarrow$$

$$\overline{C_2}=\frac{A_1k_{12}}{k_{21}-\alpha}\cdot\frac{1}{p+\alpha}+\frac{A_2k_{12}}{k_{21}-\beta}\cdot\frac{1}{p+\beta}+\frac{A_3k_{12}}{k_{21}-\gamma}\cdot\frac{1}{p+\gamma}+\frac{A_4k_{12}}{k_{21}-k_a}\cdot\frac{1}{p+k_a}-$$
$$-\left(\frac{A_1k_{12}}{k_{21}-\alpha}+\frac{A_2k_{12}}{k_{21}-\beta}+\frac{A_3k_{12}}{k_{21}-\gamma}+\frac{A_4k_{12}}{k_{21}-k_a}\right)\cdot\frac{1}{p+k_{21}}$$

$$\overline{C_3}=\frac{k_{13}}{p+k_{31}}\left(\frac{A_1}{p+\alpha}+\frac{A_2}{p+\beta}+\frac{A_3}{p+\gamma}+\frac{A_4}{p+k_a}\right)\Rightarrow$$

$$\overline{C_3} = \frac{A_1 k_{13}}{k_{31}-\alpha}\cdot\frac{1}{p+\alpha} + \frac{A_2 k_{13}}{k_{31}-\beta}\cdot\frac{1}{p+\beta} + \frac{A_3 k_{13}}{k_{31}-\gamma}\cdot\frac{1}{p+\gamma} + \frac{A_4 k_{13}}{k_{31}-k_a}\cdot\frac{1}{p+k_a}$$
$$-\left(\frac{A_1 k_{13}}{k_{31}-\alpha} + \frac{A_2 k_{13}}{k_{31}-\beta} + \frac{A_3 k_{13}}{k_{31}-\gamma} + \frac{A_4 k_{13}}{k_{31}-k_a}\right)\cdot\frac{1}{p+k_{31}}$$

Результаты. Переходя $\overline{C_a}, \overline{C_2}, \overline{C_3}, \overline{C_{el}}$ к оригиналам, получится функция, описывающяя поведение концентрации:

$$C_a(t) = C_0 \cdot e^{-k_a t}$$

$$C_1(t) = A_1 \cdot e^{-\alpha t} + A_2 \cdot e^{-\beta t} + A_3 \cdot e^{-\gamma t} - (A_1 + A_2 + A_3)\cdot e^{-k_a t}$$

$$C_2(t) = \frac{A_1 k_{12}}{k_{21}-\alpha}\cdot e^{-\alpha t} + \frac{A_2 k_{12}}{k_{21}-\beta}\cdot e^{-\beta t} + \frac{A_3 k_{12}}{k_{21}-\gamma}\cdot e^{-\gamma t} - \frac{(A_1+A_2+A_3)k_{12}}{k_{21}-k_a}\cdot e^{-k_a t}$$
$$-\left(\frac{A_1 k_{12}}{k_{21}-\alpha} + \frac{A_2 k_{12}}{k_{21}-\beta} + \frac{A_3 k_{12}}{k_{21}-\gamma} - \frac{(A_1+A_2+A_3)k_{12}}{k_{21}-k_a}\right)\cdot e^{-k_{21} t}$$

$$C_3(t) = \frac{A_1 k_{13}}{k_{31}-\alpha}\cdot e^{-\alpha t} + \frac{A_2 k_{13}}{k_{31}-\beta}\cdot e^{-\beta t} + \frac{A_3 k_{13}}{k_{31}-\gamma}\cdot e^{-\gamma t} - \frac{(A_1+A_2+A_3)k_{13}}{k_{31}-k_a}\cdot e^{-k_a t}$$
$$-\left(\frac{A_1 k_{13}}{k_{31}-\alpha} + \frac{A_2 k_{13}}{k_{31}-\beta} + \frac{A_3 k_{13}}{k_{31}-\gamma} - \frac{(A_1+A_2+A_3)k_{13}}{k_{31}-k_a}\right)\cdot e^{-k_{31} t}$$

$$C_{el}(t) = \left(\frac{A_1 k_{el}}{\alpha} + \frac{A_2 k_{el}}{\beta} + \frac{A_3 k_{el}}{\gamma} + \frac{A_4 k_{el}}{k_a}\right) - \frac{A_1 k_{el}}{\alpha}\cdot e^{-\alpha t} - \frac{A_2 k_{el}}{\beta}\cdot e^{-\beta t} - \frac{A_3 k_{el}}{\gamma}\cdot e^{-\gamma t}$$
$$+\frac{(A_1+A_2+A_3)k_{el}}{k_a}\cdot e^{-k_a t}$$

где

$$\alpha + \beta + \gamma = k_{12} + k_{13} + k_{21} + k_{31} + k_{el}$$

$$\alpha\beta + \alpha\gamma + \beta\gamma = k_{12}k_{31} + k_{13}k_{21} + k_{21}k_{31} + k_{21}k_{el} + k_{31}k_{el}$$

$$\alpha\beta\gamma = k_{21}k_{31}k_{el}$$

$$A_1 = \frac{C_0 \cdot k_a \cdot (k_{21}-\alpha)\cdot(k_{31}-\alpha)}{(k_a-\alpha)\cdot(\beta-\alpha)\cdot(\gamma-\alpha)}$$

$$A_2 = \frac{C_0 \cdot k_a \cdot (k_{21}-\beta)\cdot(k_{31}-\beta)}{(k_a-\beta)\cdot(\alpha-\beta)\cdot(\gamma-\beta)}$$

$$A_3 = \frac{C_0 \cdot k_a \cdot (k_{21}-\gamma)\cdot(k_{31}-\gamma)}{(k_a-\gamma)\cdot(\alpha-\gamma)\cdot(\beta-\gamma)}$$

Заключение. При изучении динамических процессов (1)-(6) возникает вопрос неединственности набора параметров $C_0, k_{12}, k_{13}, k_{21}, k_{31}, k_{el}$, удовлетворяющих имеющимся экспериментальным данным. С другой стороны, зачастую по измеренным данным невозможно определить этих набор параметров. Поэтому анализируется неединственность исходной задачи [9-13].

Для этого рассматривается уравнение (29)

$$S_n = \frac{A_1}{n+\alpha} + \frac{A_2}{n+\beta} + \frac{A_3}{n+\gamma} - \frac{A_1+A_2+A_3}{n+k_a}$$

Преобразуя данное выражение получается

$$C_0 k_a[k_{21}k_{31} + (k_{21} + k_{31})n + n^2] = S_n(n + k_a)[\alpha\beta\gamma + (\alpha\beta + \alpha\gamma + \beta\gamma)n + (\alpha + \beta + \gamma)n^2 + n^3]$$

Далее

$$\frac{S_0}{S_n}[\alpha\beta\gamma + k_{el}(k_{21} + k_{31})n + k_{el}n^2] = \left(\frac{n}{k_a} + 1\right)[\alpha\beta\gamma + (\alpha\beta + \alpha\gamma + \beta\gamma)n + (\alpha + \beta + \gamma)n^2 + n^3]$$

где $S_0 = \frac{C_0}{k_{el}}$.

Отсюда, вводя следующее новые обозначение

$$\begin{cases} x_1 = \dfrac{\alpha + \beta + \gamma}{k_a} + 1 \\ x_2 = \dfrac{1}{k_a} \\ x_3 = \alpha\beta\gamma \\ x_4 = k_{el} \\ x_5 = (\alpha\beta + \alpha\gamma + \beta\gamma) + \dfrac{\alpha\beta\gamma}{k_a} \\ x_6 = k_{el}(k_{21} + k_{31}) \end{cases}$$

Получится

$$x_1 + x_2 n - \frac{S_0}{S_n \cdot n}x_4 + \frac{S_n - S_0}{S_n \cdot n^3}x_3 + \frac{1}{n^2}x_5 - \frac{S_0}{S_n \cdot n^2}x_6 = -\frac{1}{n}\left(\frac{x_1 - 1}{x_2} + (x_5 - x_3 x_2)\cdot x_2\right)$$

Левую часть равенства приравнивается кξ и преобразуется $x_i = B_i\xi, i = \overline{1,6}$. Тогда для значении $n = \overline{1,6}$ получается система линейных алгебраических уравнений относительно B_i. После нахождения B_i, относительно правой части равенства

$$\xi = \frac{x_1 - 1}{x_2} + (x_5 - x_3 x_2)\cdot x_2$$

получаются уравнения четвертой степени. Данное уравнение показывает четыре решений для концентраций центральной камеры системы (1)-(6). Отсюда вывод – система неединственна [14-15].

Работа выполнена при финансовой поддержке Комитета Науки МОН РК № AP05132915 «Разработка и реализация облачного информационно-вычислительного комплекса для автоматизированной разработки и оптимизации моделей фармакокинетики и фармакодинамики»

ЛИТЕРАТУРА

[1] H.-H. Lin, C. Beck, and M. Bloom, “Multivariable lpv control of anesthesia delivery during surgery,” in Proceedings of the 2008 American Control Conference, 2008.- P. 825–831.

[2] J. Grevel and B. Whiting, “The relevance of pharmacokinetics to optimal intravenous anesthesia.” Anesthesiology, 1987. - Vol. 66, no. 1. - P. 1-2.

[3] S. BOWER and C. Hull, “Comparative pharmacokinetics of fentanyl and alfentanil,” British Journal of Anaesthesia, 1982. - Vol. 54, no. 8. - P. 871-877.

[4] B. Marsh, M. White, N. Morton, and G. Kenny, “Pharmacokinetic model driven infusion of propofol in children,” British journal of anaesthesia, 1991. - Vol. 67, no.1. - P.41-48.

[5] G. Betzien, B. Kaufmann, B. Schneider, and W. Ritschel, “Kinpak–a new program package for standardized evaluation of kinetic parameters.” Arzneimittel-Forschung, 1984. - Vol. 35, no.1. - P.14-20.

[6] N. Jagtap, K. Bhole and S. Malge, "Target Controlled anesthetic drug infusion," 2015 International Conference on Industrial Instrumentation and Control (ICIC), Pune, 2015. - P.1362-1366. doi: 10.1109/IIC.2015.7150960

[7] Shafer S.L., Gregg K.M., “Algorithms to rapidly achieve and maintain stable drug concentrations at the site of drug effect with a computer-controlled infusion pump”, J Pharmacokinetics and Biopharmacokinetics 20(2):147, 1992.

[8] Burton M.E., Shaw L.M., Schentag J.J., Evans W.E. “Applied pharacokinetics and pharacodynamics”, Principles of Therapeutic Drug Monitoring, fourth ed. printed by Lippincott Williams & Wilkins, 2006. - P.41-45.

[9] Bellu G., Saccomani P., Audoly S., D’Angio L. Daisy: a new software tool to test global identifiablity of biological and physiological system. Comput Methods Programs Biomed. 2007; 88(1):52-61. DOI 10.1016/j.cmpb.2007.07.002

[10] Walter E., Lecourtier Y., Happel J., On the structural output distinguishability of parametric models, and its relation with structural identifiability. IEEE Trans. Aut. Control. 1984; 29:56-57.

[11] Tunali T., Tarn T.J. New Results for Identifiability of Nonlinear Systems. IEEE Transactions on Automatic Control. 1987; 32(2):146-154.

[12] Carson E., Cobelli C. Modelling Methodology for Physiology and Medicine. San Diego: Academic Press, 2001.

[13] С.И. Кабанихин, Д.А. Воронов, А.А. Гродзь, О.И. Криворотько. Идентифицируемость математических моделей медицинской биологии. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2015; 19(6):738-744. DOI 10.18699/VJ15.097.

[14] Urmashev B.A., Tursynbay A.T., Temirbekov A.N., Amantayeva A.B. Solving the Reverse Problems of Pharmacokinetics for a Linear Two-Compartment Model with Absorption. The IEEE 12th International Conference Application of Information and Communication Technologies. – Almaty, Kazakhstan, 2018. - P. 33-39.

[15] Anvar Azimov, Syrym Kasenov, Daniyar Nurseitov, Simon Serovajsky Inverse problemfor the Verhulst equation of limited population growth with discrete experiment data // AIP Conference Proceedings. – 2016. – V.1759, 020037.

Б.А.Урмашев, С.Е.Касенов, А.Т. Тұрсынбай, А.Н.Темирбеков, А.Б.Амантаева, Л.А.Сагимбаева

Фармакокинетиканың үш камералы моделі үшін кері есебін шешу

Түйіндеме. Бұл мақалада үш камералы сызықтық модель үшін фармакокинетиканың кері есебінің дұрыс еместігі туралы айтылады. Үш камералы сызықтық модель үшін фармакокинетика есебінің сипаттамасы келтірілген. Қарапайым дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін Коши есебі тікелей мәселе болып табылады. Тікелей мәселені аналитикалық жолмен шешу кезінде бірінші камераның концентрациясы анықталады. Берілген тәжірибелік есептер үшін кері есепті шешу кезінде Лаплас түрлендіру көмегімен төрт шешімнің бар екендігі дәлелденді. Нәтижесінде кері есептің бірегей еместігі көрсетілген.

Түйінді сөздер: үш камералы модель, дифференциалдық теңдеулер жүйесі, фармакокинетика, бірегейлік, кері есеп, Лаплас түрлендірулері.

МРНТИ 27.25.19, 29.05.03

S. S. Mussatay [1] ,G.T.Bekova[2], B.T.Abykanova[2]
([1]Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, E-mail: sanatsm@mail.ru)
([2]Kh. Dosmukhamedov Atyrau State University, Atyrau, Kazakhstan
E-mail: bekovaguldana@gmail.com)

ROGUE WAVE SOLUTIONS OF THE TWO DIMENSIONAL NONLINEAR SCHRÖDINGER EQUATION

Abstract. At present, the nonlinear Schrödinger (NLS) equation, which describes the propagation of wave beams in dispersive nonlinear media, is one of the main models in the theory of nonlinear waves. Basically, the NLS equation is used for a detailed description of collapsing field distributions, for the description of vortices in the Bose condensation problem, and also as a basic model for low-dimensional field theory. The theory of the nonlinear Schrödinger equation for one spatial dimension, has been studied in detail. This article considers two spatial nonlinear Schrödinger equation. Lax pairs for this equation are presented, double and N – multiple Darboux transformations are constructed. Using the Darboux transformation method, a solution of the type of rogue waves for the two dimensional nonlinear Schrödinger equation is obtained. Consequently, were constructed graphs of the resulting wave solutions for various parameters of time.

Key words: Darboux transformation, rogue waves solutions, two dimensional nonlinear Schrödinger equation.

С.С. Мусатай[1], Г.Т.Бекова[2], Б.Т.Абыканова[2]
([1]Satbayev University , Алматы, Казахстан, E-mail: sanatsm@mail.ru)
([2]Атырауский государственный университет им. Х.Досмухамедова, Атырау, Казахстан
E-mail: bekovaguldana@gmail.com)

РЕШЕНИЯ ТИПА РАЗРУШИТЕЛЬНЫХ ВОЛН ДВУМЕРНОГО НЕЛИНЕЙНОГО УРАВНЕНИЯ ШРЕДИНГЕРА

Аннотация. В настоящее время нелинейное уравнение Шредингера (НУШ), описывающее распространение волновых пучков в диспергирующих нелинейных средах, является одной из основных моделей в теории нелинейных волн. В основном НУШ используется для детального описания коллапсирующих распределений поля, для описания вихрей в проблеме бозе-конденсации, а также как базисная модель низко размерной теории поля. Нелинейное уравнение Шредингера для одного пространственного измерения детально изучено. В данной статье рассмотрено (2+1)-мерное нелинейное уравнение Шредингера. Представлены пары

Лакса для этого уравнения, построены двукратные и N–кратные преобразования Дарбу. С помощью метода преобразования Дарбу получено решение типа разрушительных волн для двумерного нелинейного уравнения Шредингера. А также построены графики, полученных волновых решений при различных параметрах времени.

Ключевые слова: Преобразование Дарбу, решение типа разрушительных волн, двумерное нелинейное уравнение Шредингера.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время изучение разрушительных волн получило импульс благодаря их феноменальным свойствам и их использованию в потенциальных приложениях, например, генерация суперконтинуума в фотонно-кристаллических волокнах и конденсатах Бозе-Эйнштейна [1, 2]. Разрушительная волна является локализованным объектом как в пространстве, так и во времени, появляется из ниоткуда и исчезает без следа [3]. Волна классифицируется по этой категории, когда ее высота волны (расстояние от впадины до гребня) достигает значения, которое по крайней мере вдвое превышает значительную высоту волны [1-3]. Несмотря на то, что, данное явление впервые наблюдалось на произвольной глубине океана, оно проявляется в различных областях физики, включая нелинейные оптические волокна [4], конденсаты Бозе-Эйнштейна [5], сверхтекучий He [6], капиллярные волны [7], многокомпонентной плазмы [8] и т.д.

НУШ записывается как

$$iq_t + q_{xx} + 2|q|^2 q = 0,$$

где q представляет амплитуду волны. Нелинейное уравнение Шредингера является эталонным уравнением, описывающим распространение огибающей волнового пакета в средах с дисперсией и встречается при описании нелинейных гравитационных волн на поверхности глубокой воды, ленгмюровских волн в плазме, электромагнитных волн в нелинейном диэлектрике и во многих других задачах [9]. Это уравнение было предложено в 1926 году выдающимся австрийским физиком Э. Шредингером для анализа фундаментальных свойств квантовых систем и первоначально использовано при описании взаимодействия внутриатомных частиц [10]. Обобщенное или нелинейное уравнение Шредингера описывает совокупность явлений в физике волновых процессов. Например, оно используется для описания эффекта самофокусировки при воздействии мощного лазерного луча на нелинейную диэлектрическую среду и для описания распространения нелинейных волн в плазме [10-11].

Рассмотрены некоторые виды точных решений НУШ для описания возможного механизма образования разрушительных волн, таких как солитон Перегрина [7], периодические бризерные солитоны [12] и пространственно-периодический бризер или бризер Ахмедиева [13]. Впоследствии были предприняты попытки построить решения разрушительных волн различными способами для НУШ.

В настоящей работе построено решение типа разрушительных волн для двухмерного нелинейного уравнения Шрёдингера

$$\begin{aligned} &iq_t + q_{xy} - vq = 0, \\ &v_x + 2\delta\left(|q|^2\right)_y = 0, \end{aligned} \tag{1}$$

где $q = q(x, y, t)$-комплексная функция, $v = v(x, y, t)$- реальная функция и $\delta = \pm 1.$

НУШ (1) может быть проинтегрировано с помощью метода обратной задачи рассеяния. Уравнение представляет собой условие совместности двух линейных дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} &\Psi_x = A\Psi, \\ &\Psi_t = 2\lambda\Psi_y + B\Psi. \end{aligned} \tag{2}$$

Здесь $\Psi = (\Psi_1, \Psi_2)^T$ -двухмерный вектор-столбец, зависящий от x, y, t и некоторого произвольного комплексного числа λ получившего название "спектральный параметр", A и B- матрицы 2×2:

$$A = i\lambda\sigma_3 + A_0, = -i\lambda\begin{pmatrix}1 & 0\\ 0 & -1\end{pmatrix} + \begin{pmatrix}0 & q\\ -r & 0\end{pmatrix},$$
$$B = -\frac{i}{2}\upsilon\sigma_3 + \begin{pmatrix}0 & iq_y\\ ir_y & 0\end{pmatrix} = -\frac{i}{2}\begin{pmatrix}v & 0\\ 0 & -v\end{pmatrix} + \begin{pmatrix}0 & iq_y\\ ir_y & 0\end{pmatrix},$$

где $r = \delta q^*$, " * " – комплексное сопряжение. Выполнение условия совместности для вспомогательной линейной задачи

$$A_t - B_x + [A, B] = 2\lambda A_y \tag{3}$$

эквивалентно выполнению системы уравнения (1). Запись системы уравнения (1) в виде (3) принято называть представлением нулевой кривизны.

Двукратное преобразование Дарбу для (2+1)-мерного НУШ

Однократное преобразование Дарбу (ПД) уравнений (1) было дано в [10]. Теперь построим двукратное ПД через пару Лакса (2) и принимаем преобразование как

$$\Psi^{[2]} = T\Psi = (\lambda^2 I + \lambda M_2 + M_1)\Psi, \tag{4}$$

Здесь необходимо учитывать, что $\Psi^{[2]}$ дается в виде

$$\Psi_x^{[2]} = A^{[2]}\Psi^{[2]},$$
$$\Psi_t^{[2]} = 2\lambda\Psi_y^{[2]} + B^{[2]}\Psi^{[2]},$$

где $A^{[2]}$ и $B^{[2]}$ как A и B зависят от $q^{[2]}$, $v^{[2]}$ и λ. Выберем I, M_1, M_2 следующим образом:

$$I = \begin{pmatrix}1 & 0\\ 0 & 1\end{pmatrix}, M_1 = \begin{pmatrix}(M_1)_{11} & (M_1)_{12}\\ (M_1)_{21} & (M_1)_{22}\end{pmatrix}, \quad M_2 = \begin{pmatrix}(M_2)_{11} & (M_2)_{12}\\ (M_2)_{21} & (M_2)_{22}\end{pmatrix}. \tag{5}$$

В этом случае $q^{[2]}$ и $v^{[2]}$ также оказываются решением исходного уравнения, и преобразование (4) мы называем преобразованием Дарбу, а матрицу T - матрица Дарбу, и она удовлетворяет следующим уравнениям

$$A^{[2]} = (T_x + TA)T^{-1},$$
$$B^{[2]} = (T_t + TB - 2\lambda T_y)T^{-1}. \tag{6}$$

Подставляя значения матриц A, B, $A^{[2]}$ и $B^{[2]}$ в уравнение (6) и собирая коэффициенты при одинаковых степенях λ^i получаем систему уравнений

$$\begin{aligned}
&\lambda^3:\ iI\sigma_3 = i\sigma_3 I\\
&\lambda^2:\ A_0^{[2]} = A_0 + i[\sigma_3, M_2],\\
&\lambda^1:\ M_{2x} = A_0^{[2]}M_2 - M_2A_0 + i[M_1,\sigma_3],\\
&\lambda^0:\ M_{1x} = A_0^{[2]}M_1 - M_1A_0
\end{aligned} \tag{7}$$

Из уравнения (7) находим, что

$$\begin{aligned}
&q^{[1]} = q - 2i(M_2)_{12},\\
&q^{*[1]} = q^* - 2i(M_2)_{21},
\end{aligned} \tag{8}$$

отсюда видно ,что $(M_2)_{21} = -(M_2)^*_{12}$. А из уравнения (6б) получаем

$$\begin{aligned}
&\lambda^2:\ B^{[2]} = B - 2M_{2y},\\
&\lambda^1:\ M_{2t} = -2M_{2y}M_2 + BM_2 - M_2B,\\
&\lambda^0:\ M_{1t} = BM_1 - M_1B - 2M_{2y}M_1.
\end{aligned}$$

Отсюда получаем

$$\begin{aligned}
&v^{[1]} = v + 4i(M_2)_{11y},\\
&v^{[1]} = v - 4i(M_2)_{22y},
\end{aligned} \tag{9}$$

и также $(M_2)_{22} = (M_2)^*_{11}$. Таким образом, неизвестная матрица M_2 принимает вид

$$M_2 = \begin{pmatrix} (M_2)_{11} & (M_2)_{12} \\ -(M_2)^*_{12} & (M_2)^*_{11} \end{pmatrix}.$$

Наконец, мы построили двукратное преобразование Дарбу. Теперь точно так же мы можем построить N -кратное преобразование Дарбу. Согласно по правилам преобразование Дарбу, мы имеем

$$T\xi_j = 0\ (j = 1,2,3,4), \tag{10}$$

где $\xi_j = (\psi_{j,1}, \psi_{j,2})^T (j = 1,2,3,4)$ основное решение для нашей Пары Лакса (2) $\lambda = \lambda_j (j = 1,2,3,4)$, которое имеет $\lambda = \lambda_1$, $\xi_1 = (\psi_{1,1}, \psi_{1,2})^T$; $\lambda = \lambda_1^*$, $\xi_2 = (-\psi_{1,2}^*, \psi_{1,1}^*)^T$;. Соответственно, мы можем взять $\xi_3 = (\psi_{3,1}, \psi_{3,2})^T$ и $\xi_4 = (-\psi_{3,2}^*, \psi_{3,1}^*)^T$; для λ_3 и λ_3^*.

Матрицы M_1 и M_2 можно найти по методу Крамера. Другими словами, точное решение системы уравнения (2) можно выразить как

$$(M_2)_{11} = \frac{\Delta_1}{\Delta},\quad (M_2)_{12} = \frac{\Delta_2}{\Delta},\quad (M_1)_{11} = \frac{\Delta_3}{\Delta},$$

$$(M_1)_{12} = \frac{\Delta_4}{\Delta},\quad (M_1)_{21} = \frac{\Delta_5}{\Delta},\quad (M_1)_{22} = \frac{\Delta_6}{\Delta},$$

где [13]

$$\Delta_1=\begin{vmatrix}-\lambda_1^2\psi_{1,1} & \psi_{1,1} & \lambda_1\psi_{1,2} & \psi_{1,2}\\ \lambda_1^{*2}\psi_{1,2}^* & -\psi_{1,2}^* & \lambda_1^*\psi_{1,1}^* & \psi_{1,1}^*\\ -\lambda_3^2\psi_{3,1} & \psi_{3,1} & \lambda_3\psi_{3,2} & \psi_{3,2}\\ \lambda_3^{*2}\psi_{3,2}^* & -\psi_{3,2}^* & \lambda_3^*\psi_{3,1}^* & \psi_{3,1}^*\end{vmatrix},\quad \Delta_2=\begin{vmatrix}-\lambda_1\psi_{1,1} & \psi_{1,1} & \lambda_1^2\psi_{1,1} & \psi_{1,2}\\ -\lambda_1^*\psi_{1,2}^* & -\psi_{1,2}^* & \lambda_1^{*2}\psi_{1,2}^* & \psi_{1,1}^*\\ \lambda_3\psi_{3,1} & \psi_{3,1} & -\lambda_3^2\psi_{3,1} & \psi_{3,2}\\ -\lambda_3^*\psi_{3,2}^* & -\psi_{3,2}^* & \lambda_1^{*2}\psi_{3,2}^* & \psi_{3,1}^*\end{vmatrix},$$

$$\Delta_3=\begin{vmatrix}\lambda_1\psi_{1,1} & -\lambda_1^2\psi_{1,1} & \lambda_1\psi_{1,2} & \psi_{1,2}\\ -\lambda_1^*\psi_{1,2}^* & \lambda_1^{*2}\psi_{1,2}^* & \lambda_1^*\psi_{1,1}^* & \psi_{1,1}^*\\ \lambda_3\psi_{3,1} & -\lambda_3^2\psi_{3,1} & \lambda_3\psi_{3,2} & \psi_{3,2}\\ -\lambda_3^*\psi_{3,2}^* & \lambda_3^{*2}\psi_{3,2}^* & \lambda_3^*\psi_{3,1}^* & \psi_{3,1}^*\end{vmatrix},\ \Delta_4=\begin{vmatrix}\lambda_1\psi_{1,1} & \psi_{1,1} & \lambda_1\psi_{1,2} & -\lambda_1^2\psi_{1,1}\\ -\lambda_1^*\psi_{1,2}^* & -\psi_{1,2}^* & \lambda_1^*\psi_{1,1}^* & \lambda_1^{*2}\psi_{1,2}^*\\ \lambda_3\psi_{3,1} & \psi_{3,1} & \lambda_3\psi_{3,2} & -\lambda_3^2\psi_{3,1}\\ -\lambda_3^*\psi_{3,2}^* & -\psi_{3,2}^* & \lambda_3^*\psi_{3,1}^* & \lambda_3^{*2}\psi_{3,2}^*\end{vmatrix},$$

$$\Delta_5=\begin{vmatrix}\lambda_1\psi_{1,1} & -\lambda_1^2\psi_{1,2} & \lambda_1\psi_{1,2} & \psi_{1,2}\\ -\lambda_1^*\psi_{1,2}^* & -\lambda_1^{*2}\psi_{1,1}^* & \lambda_1^*\psi_{1,1}^* & \psi_{1,1}^*\\ \lambda_3\psi_{3,1} & -\lambda_3^2\psi_{3,2} & \lambda_3\psi_{3,2} & \psi_{3,2}\\ -\lambda_3^*\psi_{3,2}^* & -\lambda_3^{*2}\psi_{3,1}^* & \lambda_3^*\psi_{3,1}^* & \psi_{3,1}^*\end{vmatrix},\quad \Delta_6=\begin{vmatrix}\lambda_1\psi_{1,1} & \psi_{1,1} & \lambda_1\psi_{1,2} & -\lambda_1^2\psi_{1,2}\\ -\lambda_1^*\psi_{1,2}^* & -\psi_{1,2}^* & \lambda_1^*\psi_{1,1}^* & -\lambda_1^{*2}\psi_{1,1}^*\\ \lambda_3\psi_{3,1} & \psi_{3,1} & \lambda_3\psi_{3,2} & -\lambda_3^2\psi_{3,2}\\ -\lambda_3^*\psi_{3,2}^* & -\psi_{3,2}^* & \lambda_3^*\psi_{3,1}^* & \lambda_3^{*2}\psi_{3,1}^*\end{vmatrix}.$$

Приведенные выше выводы получены при $\delta=1$.

Разрушительные волны

Теперь рассмотрим построение решений типа разрушительных волн на основе построенного преобразования Дарбу. В этом случае допускаем «seed» решения в виде

$$q_0=ie^{it},\ v_0=1. \tag{11}$$

Подставляя (11) в (2) получим соответствующие линейные системы уравнений

$$\begin{aligned}\psi_{1x}^{[0]}&=-\psi_1^{[0]}+ie^{-it}\psi_2^{[0]},\\ \psi_{2x}^{[0]}&=ie^{it}\psi_1^{[0]}+\psi_2^{[0]},\\ \psi_{1t}^{[0]}&=-2i\psi_{1y}^{[0]}-\frac{i}{2}\psi_1^{[0]},\\ \psi_{2t}^{[0]}&=-2i\psi_{2y}^{[0]}+\frac{i}{2}\psi_2^{[0]}.\end{aligned} \tag{12}$$

Система уравнений (12) допускает следующие точные решения

$$\begin{aligned}\psi_1^{[0]}&=[i(2x-y-1)-2t]e^{-0,5it},\\ \psi_2^{[0]}&=[2x-y+1+2it]e^{0,5it}.\end{aligned} \tag{13}$$

Выберем собственные значения в виде

$$\lambda_1=-i,\ \lambda_2=i.$$

Подставляя (13) в (8) и (9) получим решения типа разрушительных волн

$$q^{[1]}=\left[1-\frac{4(1-2it)}{1+(2x-y)^2+4t^2}\right]e^{i\left(t+\frac{\pi}{2}\right)}, \tag{14}$$

$$v^{[1]} = 1 + \frac{8}{\Delta} - \frac{16(2x-y)^2}{\Delta^2}, \tag{15}$$

или

$$v^{[1]} = 1 + 4[\ln \Delta]_{yy},$$

$$\left|q^{[1]}\right|^2 = 1 - \frac{8}{\Delta} + \frac{16(1+4t^2)}{\Delta^2}.$$

Теперь построим графики решений для (14)-(15).

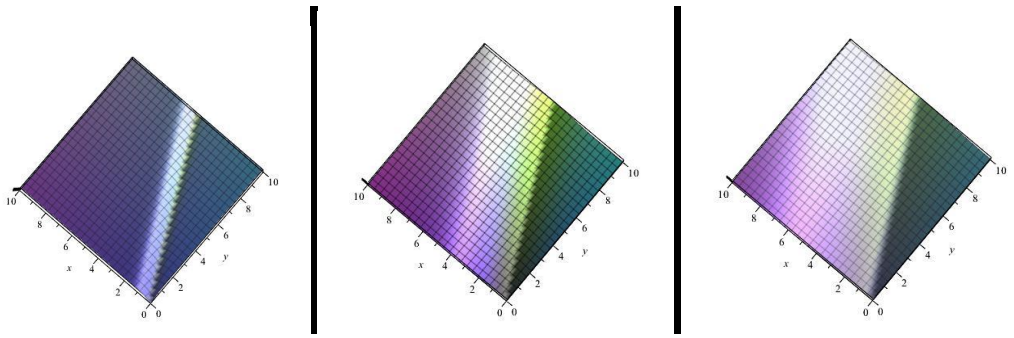


Рис. 1. График решений типа разрушительных волн $\left|q^{[1]}\right|^2$ при: a) t=0; b) t=3; c) t=6

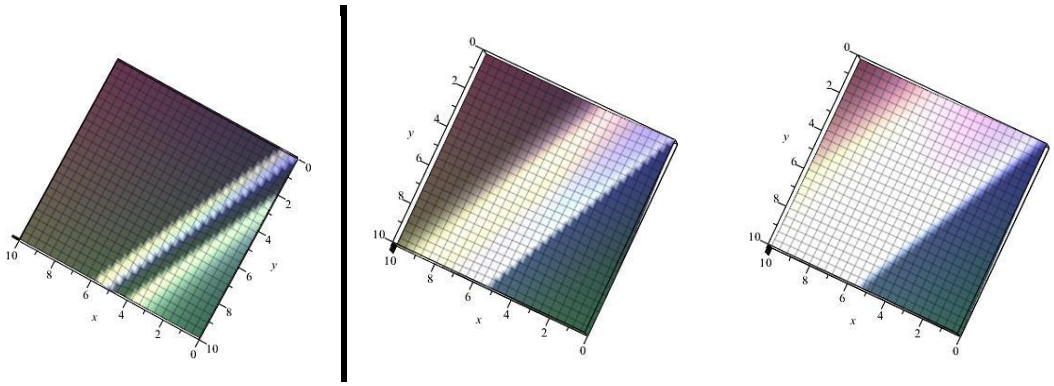


Рис. 2. График решений типа разрушительных волн $v^{[1]}$ при: a) t=0; b) t=3; c) t=6.

Заключение

Таким образом, рассмотрено двумерное нелинейное уравнение Шредингера. Построили двукратное, N –кратное преобразования Дарбу. С помощью построинных преобразование Дарбу, получены решений типа разрушительных волн для двумерного нелинейного уравнения Шредингера. Графическим образом представлены солитонные решения.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ablowitz M.J. and Clarkson P.A. Solitons. Nonlinear Evolution Equations and Inverse Scattering. Cambridge, NY. Cambridge University Press. 1991. -P.70.

[2] Jingsong He, Lihong Wang, Linjing Li, Porseizian K. and Erdely R. Few-cycle optical rogue waves: Compex modified Korteweg de Vries equation // arXiv.org:1405.7845v1.

[3] Myrzakulov R., Mamyrbekova G. K., Nugmanova G. N., Lakshmanan M. Integrable (2+1)-dimensional spin models with self-consistent potentials // Symmetry. -2015. -V.7. № 3. -P.1352-1375.

[4] Yesmakhanova K., Bekova G., Shaikhova G., Myrzakulov R. Soliton solutions of the (2+1)-dimensional complex modified Korteweg-de Vries and Maxwell-Bloch equations // IOP Publishing Journal of Physics: Conference Series. -2016. -V.738. -P.012018.

[5] Ablowitz M.J., Segur H. Solitons and the Inverse Scattering Transform // Studies in Applied and Numerical Mathematics, Philadelphia. -1981. -P.69.

[6] Allen L. and Eberly J.H. Optical Resonance and Two-Level Atoms. New York: Wiley. 1975.

[7] McCall S.L. and Hahn E.L. Self-Induced Transparency by Pulsed Coherent Light // Phys. Rev. Lett. -1967. V.18. -P.908-911.

[8] Lamb G.L. Elements of Soliton Theory. New York: Wiley. 1980.

[9] Porsezian K. and Nakkeeran K. Optical Soliton Propagation in a Coupled System of the Nonlinear Schrodinger Equation and the Maxwell-Bloch Equations // J.Mod.Opt. -1995. -V.42. -P.1953-1958.

[10] Rui Guo, Bo Tian, Xing Lu, Hai-Qiang Zhang and Wen-Jun Liu. Darboux Transformation and Soliton Solutions for the Generalized Coupled Variable–Coefficient Nonlinear Schrodinger-Maxwell-Bloch System with Symbolic Computation // Computational Mathematics and Mathematical Physics. -2012. V.52. **№** 4. -P.565577.

[11] Li-Yuan Ma, Zuo-Nong Zhu. Nonlocal nonlinear Schrodinger equation and its discrete version: Soliton solutions and gauge equivalence, Journal of Mathematical Physics. –v.57. -P.083507. (2016).

[12] Zhong L., Li Y., Chen Y., Hong W., Hu W., Gu Q. Chaoticons described by nonlocal nonlinear Schrodinger equation, Sci Rep. -V.7 -P.41438. (2017).

[13] N. Akhmediev, A. Ankiewicz, J. M. Soto-Crespo. Rogue waves and rational solutions of the nonlinear Schrodinger equation, Physical Review E. –v. 80 (2). -P.026601. (2009).

С.С. Мусатай, Г.Т.Бекова, Б.Т.Абыканова

Екі өлшемді сызықты емес шредингер теңдеуінің қиратушы толқынды шешімдері

Түйіндеме. Қазіргі уақытта сызықты емес Шредингер теңдеуі дисперсиялық сызықты емес ортада толқын сәулелерінің таралуын сипаттайтын сызықты емес толқындар теориясының негізгі модельдерінің бірі. Негізінен, сызықты емес Шредингер теңдеуі өрістің таралуын, Бозе конденсациясы есебіндегі құйындарды сипаттау үшін қолданылады, сонымен қатар аз өлшемді өріс теориясының негізгі моделі ретінде қолданылады. Бір кеңістіктік өлшем үшін сызықты емес Шредингер теңдеуі жан-жақты зерттелген. Бұл мақалада (2+1)-өлшемді сызықты емес Шредингер теңдеуі қарастырылады. Бұл теңдеу үшін Лакс жұбы ұсынылған, Екінші және N ретті Дарбу түрлендірулері жасалған. Дарбу түрлендіру әдісін қолдана отырып, екі өлшемді сызықты емес Шредингер теңдеуі үшін қиратушы толқындық типті шешім алынады. Сонымен қатар, толқындық шешімдердің әртүлі уақыттағы графиктері тұрғызылған.

Кілттік сөз: Дарбу түрлендіру, қиратушы толқын типті шешімдер, екі өлшемді Шредингер теңдеуі.

УДК 51.001.57

Orazbayev B.B., Tanirbergenova A.A., Kuznetsov A.G.,
Serimbetov B.A., Orazbayeva K.N.

THE MINIMIZATION PROBLEM IN THE CONDITIONS OF THE MINIMUM CRITERIA DRIFT AND SIMPLEX METHODS ITS DECISIONS

Abstract. The problems of solving the problems of minimizing the criterion with a drift minimum are considered and approaches to their solution based on simplex methods are proposed. The mathematical formulation of the problem of minimizing the objective function with a drift minimum is formalized and presented. Simplex algorithms have been developed to solve the problem with linear stationary drift. Criteria are proposed for choosing the optimal direction of the simplex mapping when the center of the simplex is displaced. Formulas are given that determine the positions of the vertices of a simplex and the center of a simplex. It has been established that with linear stationary drift, the convergence of the algorithm is affected by the size of the simplex and its orientation. A computational experiment was conducted to study the influence of the size and orientation of a simplex on the convergence of algorithms and its results are presented.

Keywords: minimization task, minimum drift, linear stationary drift, simplex algorithm.

Б.Б. Оразбаев,[1] А.А Танирбергенова,[1] А.Г Кузнецов, Б.А.[2]
Серимбетов [3], К.Н. Оразбаева [3]
([1]Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Казахстан, г.Астана,
[2]Компания Weatherford, Шотландия, г. Эдинбург
[3]Казахский университет экономики, финансов и международной торговли,
Казахстан, г.Астана, batyr_o@mail.ru

ЗАДАЧА МИНИМИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ ДРЕЙФА МИНИМУМА КРИТЕРИЯ И СИМПЛЕКСНЫЕ МЕТОДЫ ЕЕ РЕШЕНИЯ

Аннотация. Рассмотрены проблемы решения задач минимизации критерия с дрейфующим минимумом и предложены подходы к их решению на основе симплекс методов. Формализована и приведена математическая постановка задачи минимизации целевой функции с дрейфующим минимумом. Разработаны симплексные алгоритмы для решения поставленной задачи с линейным стационарным дрейфом. Предложены критерии выбора оптимального направления отображения симплекса при смещении центра симплекса. Приведены формулы, определяющие положения вершин симплекса и центра симплекса. Установлено, что при линейном стационарном дрейфе на сходимость алгоритма влияет размер симплекса и его ориентация. Проведен вычислительный эксперимент по изучению влияния размера и ориентации симплекса на сходимость алгоритмов и приведены его результаты.

Ключевые слова: задача минимизации, дрейф минимума, линейный стационарный дрейф, симплексный алгоритм.

1. Введение. На практике при оптимизации и управления некоторыми объектами приходится минимизировать критерия, минимум которого дрейфует, т.е. меняет свои координаты по времени. Для поиска и отслеживания этих меняющихся координаты минимумов необходимо разрабатывать специальный адаптированный подход с идентификатором [1,2]. Разработки и применение таких подходов весьма актуальны, когда необходимо оптимизировать производственные объекты с неизвестными характеристики минимизируемого критерия [3].

Алгоритмы решения таких задач минимизации критерия с дрейфующим минимумом работают в режиме самообучения, и в режиме минимизации [4]. В режиме ссамообучении производиться оценка неизвестных параметров дрейфа, которая выполняется блоком идентификации. В режиме минимизации осуществляется поиск минимального значения критерия на основе полученной оценки в блоке идентификации. При минимизации в качестве алгоритмов можно использовать симплексные алгоритмы, которые используют информацию только о значениях критерия в вершинах симплекса [1, 2, 5]. Данное свойство симплекс алгоритмов дает возможность оптимизировать реальных производственных объектов и в реальном времени. Идентификация дрейфа является отдельной задачей, в данной работе предположим, что параметры дрейфа оценены.

Дрейфом $d(x,t),\ x \in E^n,\ t \in [0,\infty)$ будем называть векторное поле, заданное в пространстве E^n :

$$d(x,t) = \sum_{i=1}^{n} D_i(x,t) e_i ,$$

где $D_i, i = \overline{1,n}$ D_i, – скалярные функции, $e_i, i = \overline{1,n}$ – базис в E^n .

Егер дрейф $\cos(d(x_1,t_1), d(x_2,t_2)) = 1, \quad \forall t_1, t_2 \in [0,\infty), \quad \forall x_1, x_2 \in E^n,$ то $d(x, t)$ будет линейным, и обозначается как $d(t)$.

Линейным стационарным дрейфом называется дрейф, который не меняет своих параметров в течение времени и одинаковый для любой точки пространства E^n :

$$d = const,\ d = (d_1,...,d_n)^T \in E^n.$$

В работе рассматривается локальные свойства алгоритмов минимизации критерия в случае линейного стационарного дрейфа для создания эффективно работающих алгоритмов. При анализе

алгоритмов будем использовать подход для класса методов деформируемых конфигураций с отображением нескольких вершин, связанный с получением оценок по наихудшей ситуации и выбором на основе этих оценок параметров устойчиво работающих алгоритмов.

2. Постановка задачи. Постановка задачи минимизации имеет следующий вид: задан критерий $f(x,t), x \in E^n,\ t \in [0,\infty),$ для которой $\forall t\ f(x,t)$ - унимодальная и $x^{*t} = \arg\min f(x,t).$ Требуется построить алгоритм, позволяющий для некоторого $\varepsilon>0$ получать последовательность $\{x^t\}$, такую, что $\exists t' \forall t > t' \left\| x' - x^{*t} \right\| \le \varepsilon.$

Так как вдали от экстремальной точки можно взять линейное приближение, а в окрестности экстремума необходимо принять квадратичное приближение, рассмотрим линейные и квадратичные классы критерия целевой функции) [1, 6].

В окретности симплекса методы деформируемых кофигураций применяют линейную аппроксимацию $f(x)$ вида: $f(x) = -\beta \cdot x_1,\ \beta > 0$. Это связано тем, что путем поворота системы координат любую линейную функцию $f(x) = -(a,x)$ можно преобразовать к виду $f(x) = -\beta \cdot x_1,\ \beta > 0.$

Процесс построения отображающих нескольких вершин симплексных алгоритмов требует:

1) Для начального симплекса S_1 необходимо определить положение и размер радиуса описанной гиперсферы – R_1 [7];

2) Определить множество Ω_N, которое порождается на N-м шаге возможных направлений p смещения центра x^N симплекса S_N,

3) Для выбора оптимального направления смещения центра необходимо определить критерий;

4) Определить правила построения симплекса S_{N+1} на шаге N+1;

5) Выбрать правила останова.

3. Результаты исследования - симплексные алгоритмы для решения задачи минимизации с дрейфом минимума критерия. Приведем описание основного результата работы, предлагаемых симплексных алгоритмов решения задачи минимизации с дрейфующим минимумом критерия.

Предлагаемые симплексные алгоритмы начинается с определения значения $f(x)$ в вершинах симплекса. Далее алгоритмы работают используя эту информацию, т.е значения $f(x)$ в вершинах симплекса. Вид множества $\Omega_N = \{p(m,l)\}, m = 1,...,n,\ l = 0,...,n-m,$ которое порождается на N-м шаге возможных направлений p смещения центра x^N симплекса S_N связан с приведенными ниже формулами отображения симплекса [8, 9].

При смещении центра симплекса в качестве критериев выбора оптимального направления из множества Ω_N примем следующие.

1. $I_1^N(m,l) = -(\mathrm{grad}\ f(x^N,\ p(m,l))$. Данный критерий совпадает с величиной проекции на антиградиент целевой функции вектора $p(m,l) \in \Omega_N$.

2. $I_2^N(m,l) = -\Delta f^N = f(x^N) - f(x^{N+1}).$ Этот критерий связан с убыванием значения функции $f(x)$ на N-м шаге в центре симплекса S_N в направлении вектора $p(m,l) \in \Omega_N$.

3. $I_3^N(m,l) = -\Delta f^N/(m+l) = I_2^N(m,l)/(m+l).$ Величина данного критерия связана с убыванием функции $f(x)$ в центре симплекса, отнесенное к одному измерению целевой функции.

4. $I_4^N(m) = \sum_{i=1}^{m} \left(f(x^{N,j}) - f^*(x^N) \right)$, где x^{N_j} - j-я вершина симплекса S_N; $f^*(x^N)$ равно измеренному значению $f(x^N)$ в центре x^{N_j} симплекса S_N, или среднеарифметическому значений целевой функции в вершинах симплекса S_N: $f^*(x^N) = \frac{1}{n+1} \sum_{j=1}^{n+1} f(x^{N,j}).$

Этот критерий определяет те m вершин симплекса, в которых значение $f(x)$ больше, чем в

центре симплекса.

5. $I_5^N(1) = I_4^N / m.$ Данный критерий соответствует алгоритму с отображением одной наихудшей вершины и на каждом шаге задает m=1, l=0.

Задача выбора оптимального направления $p_N^{(i)} \in \Omega_N$, где i – номер критерия, и задача определения соответствующего ему числа отображаемых $m^N + l^N$ вершин имеет вид:

$$p_N^{(i)}(m^N, l^N) = \arg \max_{p(m,l)\in\Omega_N} I_N^{(i)}, i = \overline{1,5}$$

После определения m=1, l=0, которые доставляют максимальное значение критерию $I_i^N, i = \overline{1,5}$, положение вершин симплекса $S_{N+1}, x^{N+1,j}, j = \overline{1, n+1}$, и центра симплекса x^{N+1} определяется следующим образом:

$$x^{N+1,j} = x^{N,j} + 2 \cdot \Delta_N(m^N, l^N), \quad j = 1,...,m^N,$$

$$x^{N+1,j} = x^{N,j} + \frac{2m^N}{n+1-l^N} \Delta_N(m^N, l^N), \quad j = m^N + 1,...,m^N + l^N,$$

$$x^{N+1,j} = x^{N,j}, \quad j = m^N + l^N + 1,...,n+1,$$

$$x^{N+1} = x^N + \frac{2m^N}{n+1-l^N} \cdot \Delta_N(m^N, l^N),$$

$$\Delta_N(m^N, l^N) = \frac{1}{n+1-m-l} \sum_{i=m+l+1}^{n+1} x^{N,i} - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m} x^{N,i}.$$

В приведенных алгоритмах требуется отслеживать минимум функции долгое время, поэтому в традиционном смысле правила останова нет [10]. Можно рекомендовать останавливать алгоритм тогда, когда достигается «заданное число шагов» [11].

В случае линейного стационарного дрейфа на сходимость алгоритма влияет размер симплекса R_N и его ориентация. Так как ориентация сильно зависит конкретной задачи, от начального расположения симплекса относительно экстремума, координаты которого неизвестны, от вида минимизируемой функции, ориентацией управлять достаточно сложно [12, 13]. Необходимо изучить влияние размера и ориентации на сходимость алгоритмов и дать рекомендации по выбору симплекса в зависимости от параметров дрейфа.

Рассмотрим доказанную в работе [1] лемму, определяющую выполнения условия приближения симплекса к экстремуму:

$$\frac{\left(x^{N+1} - x^N, -grad\, f\right)}{\left\|grad\, f\right\|} > h. \tag{1}$$

Лемма 1. Для выполнения условия приближения (1) достаточно, чтобы радиус описанной гиперсферы R симплекса S_N удовлетворял следующим соотношениям.

1. Для алгоритмов с критерием $I_1^N(m)\ (l = 0)$:

$$R > \frac{h \cdot n\sqrt{n}}{2}. \tag{2}$$

2. Для алгоритмов с критериями $I_2^N(m)\ (l = 0)$ и $I_5^N(1)$:

$$R > \frac{h \cdot n^2}{2}. \tag{3}$$

3. Для алгоритмов с критериями $I_3^N(m)\,(l=0)$:

$$R > \frac{h \cdot n\sqrt{n+2}}{2\sqrt{3}}. \tag{4}$$

4. Для алгоритмов с критериями $I_2^N(m,l)$:

$$R > \frac{h \cdot n}{n+1}, \tag{5}$$

где h определяется но формуле $h = \frac{(d - grad\, f)}{\|grad\, f\|}$, $|h| = \|d_{ef}\|$. При этом возможны три случая: 1) h>0 (эффект удаления цели); 2) h<0 (эффект приближения цепи); 3) h=0 (дрейф не оказывает влияния на поиск [14]. Этот случай соответствует d=d_0).

Вычислительный эксперимент. Сходимость алгоритмов была исследована в ходе вычислительного эксперимента с применением системы MatLab. Сначала минимизировалась линейная целевая функция $f(x) = x_1$. Для различных исходных ориентаций ψ симплекса S_1 размерности n=2 и для эффективного дрейфа $d_{ef} = (1,0)^T$ были определены значения критического радиуса R_{crit} – минимального радиуса описанной гиперсферы, при котором алгоритм сходится. Значение ψ изменялось от 0^0 до 60^0 с шагом 6^0. Графики зависимости R_{crit} от ψ представлены на рисунке 1.

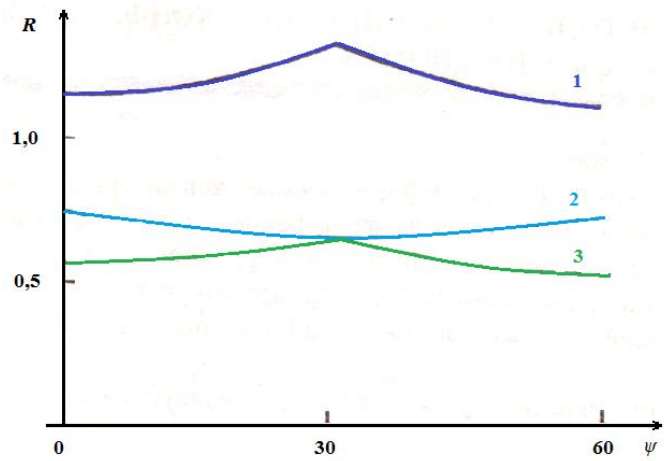


Рис. 1. Зависимость R_{crit} от начальной ориентации ψ для различных критериев локальной оптимальности (n=2): 1–для $I_5^N(1)$; 2–для $I_1^N(m)$, $I_3^N(m)$, $I_4^N(m)$; 3–для $I_2^N(m)$, $I_2^N(m,l)$, $I_1^N(m,l)$, $I_3^N(m,l)$.

Вычисленные значения критического радиуса, при котором для любых ориентаций гарантируется сходимость метода, полученные согласно выше приведенной лемме, приведены в таблице 1.

Таблица 1. **Нижние оценки радиуса при *n*=2, *h*=1 для различных критериев оптимальности** $I_5^N(1)$

Критерии локальной оптимальности	Нижняя оценка радиуса	Экспериментальное максимальное значение критического радиуса
$I_5^N(1)$)	2.000	1.334
$I_1^N(m)$	1.414	0.770
$I_2^N(m)$	2.000	0.667
$I_3^N(m)$	1.115	0.770
$I_2^N(m,l)$	0.667	0.667

Было проведено моделирование отслеживания минимума функции $f(x)=x_1^2+x_2^2$, дрейфующего с $d=(1,0)^T$. В начальный момент минимум находился в точке $x^*=(0,0)^T$, а центр симплекса выбирался в различных точках плоскости. Радиусы описанной гиперсферы выбирались для различных критериев согласно результатам, полученным в вычислительном эксперименте с линейной функцией и показанным на рисунке 1. Минимум успешно находился и отслеживался при тех значениях радиуса, для которых метод сходился для линейной функции, и тем точнее, чем меньше был радиус R (но при $R>\max\limits_{\psi} R_{crit}(\psi)$) [15]. При $R>\max\limits_{\psi} R_{crit}(\psi)$ симплекс не успевал догонять минимум. При $\min\limits_{\psi} R_{crit}(\psi)<R<\max\limits_{\psi} R_{crit}(\psi)$ успешность отслеживания зависела от ориентации.

4. Обсуждение результатов. Из приведенных результатов можно сделать выводы.

1. Аналитические оценки радиуса (2), (3) и (4) завышены, реально алгоритмы сходятся при меньших радиусах. Оценка (5) является точной и достигается при начальной ориентации симплекса $\psi=30^0$.

2. При поиске дрейфующего экстремума симплексными алгоритмами следует отдать предпочтение алгоритмам с критериями $I_1^N(m,l)$, $I_2^N(m,l)$, $I_2^N(m)$, $I_3^N(m,l)$, поскольку они сходятся при меньших радиусах симплекса, что обеспечивает более точную локализацию минимума. Известный алгоритм с отображением одной вершины существенно проигрывает алгоритмам с отображением нескольких вершин.

Результаты моделирования при других значениях h не приводятся, поскольку радиус изменяется прямо пропорционально h.

5. Заключение. В работе исследованы проблемы решения задач минимизации критерия с дрейфующим минимумом. Приведена математическая формализация дрейфа, исследованы линейные стационарные дрейфы. Сформулирована постановка задачи минимизации целевой функции с дрейфующим минимумом. Выделены основные требования процесса построения отображающих нескольких вершин симплексных алгоритмов. Предложены симплексные алгоритмы для решения полученных задач минимизации с дрейфом минимума критерия. Приведены критерии выбора оптимального направления из множества Ω_N при смещении центра симплекса. Приведены задача выбора оптимального направления $p_N^{(i)}\in\Omega_N$ и задача определения соответствующего ему числа отображаемых вершин. Получены выражения по определению положения вершин симплекса и центра симплекса. В результате проведенных исследований определено, что при линейном стационарном дрейфе на сходимость алгоритма влияет размер симплекса R_N и его ориентация. Изучено влияние размера и ориентации на сходимость алгоритмов, в результате которых можно дать рекомендации по выбору симплекса в зависимости от параметров дрейфа. Для этого на основе системы MatLab проведен вычислительный эксперимент, в результате которого построена зависимость критического радиуса, т.е. минимального радиуса описанной гиперсферы от начальной ориентации ψ для различных критериев локальной оптимальности.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Рыков А.С. Поисковая оптимизация. Методы деформируемых конфигураций. -М.: Наука, 1993. -216 с.

[2] Nelder J.A., Mead R. A simplex metod for function minimization // Comp. J. 2014. Vol. 7. No 4. -P. 308-319.

[3] Mishura Y., Zubchenko V. Heuristic methods for solving multicriterial problem problems in a non-environment environment // Mathematical and Computer Modelling. 2017. Vol. 65, No 11. -P. 143-152.

[4] Рыков А.С., Кузнецов А.Г. Сходимость адаптивных алгоритмов минимизации при дрейфе минимума целевой функции // Автоматика и телемеханика, 1990, №3, -С.92-100.

[5] Rykov A.S. Deformed Configuration Methods for Unconstrained Optimization. Department of Mathematics and Statistics. Edinburgh: University of Edinburgh. 1999. - 110 p.

[6] Островский, Г.М. Методы оптимизации химико-технологических процессов. - М.: КДУ , 2009. - 424 с.

[7] Рыков А.С. Методы деформируемых конфигураций // Информационная математика. – 2001. № 1. – С. 167-183.

[8] Рыков А.С. Системный анализ и исследование операций. Методы поисковой оптимизации. Методы прямого поиска.-М.: МИСИС, 1990, -169 с.

[9] Дамбраускас А.П., Кошаев О.В. Выбор параметров симплексного поиска (Алгоритмы и программы). - Красноярск: КГУ. 1977. -121 с.

[10] Черноруцкий И.Г. Методы оптимизации. Компьютерные технологии. -СПб.: BHV. 2011. - 384 с.

[11] Ширяев, В.И. Исследование операций и численные методы оптимизации. - М.: Ленанд. 2015. - 216 с.

[12] Donghoon Lee, Matthew Wiswall. A Parallel Implementation of the Simplex Function Minimization Routine // Computational Economics. 2007, Vol. 30. No 2. –P. 171–187.

[13] Bixby R.E., Martin A. Parallelizing the dual simplex method // INFORMS. Journal on Computing. 2015. Vol.12. No 1. –P. 45–56.

[14] Батищев Д.И. Поисковые методы оптимального проектирования. –М.: ЮНИТИ. 2005. – 216 с.

[15] B.B. Orazbayev, K.N. Orazbayeva, L.T. Kurmangaziyeva, V.E. Makhatova Multi-criteria optimisation problems for chem.l eng.systems and algorithms for their solution based on fuzzy math. Methods // EXCLI Journal 2015. Vol.14: -P.984-998.

Оразбаев Б.Б., Танирбергенова А.А., Кузнецов А.Г., Серимбетов Б.А., Оразбаева К.Н.

Критерий минимумның дрейфі жағдайында минималдау есебі және оны шешу симплекстік тәсілдері

Түйіндеме. Минимумы дрейфтелетін критерийді минималдау есептерәнәң мәселелері қарастырылып, симплекс тәсілдері негізінде оларды шешу тәсілдемелері ұсынылған. Минимумы дрейтелетін мақсаттық функцияны минималдау есебі математикалық тұжырымдалып, қойылымы келтірілдген. Сызықтық стационарлы дрейфті қойылған есепті шеші үшін симплек алгоритмдер жасақталған. Симплекстің ортасы жылжығанда симплексті бейнелеу оптималды бағытын таңдау критерийлері келтірілген. Симплекс төбесі мен ортасы орындарын анықтайтын формулалар келтірілген. Сызықтық стационарлы дрейф кезінде алгоритм жинақтылығына симплекстің мөлшері мен оның бағдарлануы әсер ететіні анықталған. Симплекстің мөлшері мен оның бағдарлануының алгоритмдер жинақтылығына әсеріне зерттеу бойынша есептеуіш тәжірибе өткізіп, нәтижелері келтірілген.

Кілттік сөздер: минималдау есебі, минимум дрейфі, сызықтық стационарлы дрейф, симплекстік алгоритм.

ОӘЖ 519.816

D. Tussupov, A. Mukhanova, U. Makhazhanova
(L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan, Nur-Sultan
E-mail: umt87@mail.ru)

A MATHEMATICAL MODEL OF ASSESSING THE CREDITWORTHINESS OF A SMALL BUSINESS

Abstract. Lending to small businesses is now a dynamic banking management. The article systematized the specifics of small business crediting. The present work, using fuzzy sets theory, proposes a fuzzy production system of quantitative and qualitative indicators and a mathematical model to perform a complex analysis of financial and economic state and creditworthiness of a small business.

Key words: creditworthiness, small and medium business, fuzzy logic, linguistic variable, decision-making.

Д.А. Тусупов, А.А. Муханова, У.Т. Махажанова
(Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
Қазақстан, Нұр-Сұлтан, E-mail: umt87@mail.ru)

ШАҒЫН БИЗНЕСТІ КӘСІПОРЫННЫҢ НЕСИЕГЕ ҚАБІЛЕТІН БАҒАЛАУДЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІ

Аңдатпа. Шағын және орта бизнесті несиелеу қазіргі уақытта еліміздегі банк қызметінің қарқынды дамып келе жатқан бағыты болып табылады. Зерттеу барысында шағын кәсіпкерлікті несиелеу ерекшеліктері жүйеленді. Бұл жұмыста бұлдыр жиындар теориясы негізінде шағын кәсіпорынның қаржылық-экономикалық жағдайы мен несиеге қабілеттілік деңгейіне жан-жақты талдау жүргізудің сандық және сапалық көрсеткіштер бұлдыр жүйесі және математикалық моделі ұсынылған.

Кілттік сөздер: несиеге қабілеттілік, шағын және орта бизнес, бұлдыр логика, лингвистикалық айнымалы, шешім қабылдау.

Қазақстанда шағын және орта бизнесті кәсіпорындар қарқынды дамып келеді. Бүгінде шағын және орта бизнесті кәсіпорын кез келген мемлекеттің экономикасын дамытуда маңызды рөл атқарады. Шағын және орта бизнесті несиелендіру қазіргі уақытта банк секторының динамикалық дамып келе жатқан саласы болып табылады. Қазіргі уақытта, шағын және орта бизнесті кәсіпорындардың кредиттік қабілеттілігін бағалау жүйесі: шағын немесе орта бизнесті кәсіпкерліктің жұмысын бақылау, эксперттің шағын немесе орта бизнесті кәсіпорын иесімен сараптамалық сұхбаты, кәсіпорын иесінің жеке қаржылық жағдайын бағалау, бастапқы құжаттардың негізінде шағын немесе орта бизнесті кәсіпорынның қаржылық жағдайын талдау кезеңдерінен тұрады.

Шағын немесе орта бизнесті кәсіпорындар үшін несие қабілеттілігін бағалаудың дәстүрлі әдістері қолайсыз. Бұл шағын немесе орта кәсіпорындардың қаржы есептілігінің қателіктерінің жоғары деңгейіне байланысты. Осыған байланысты шағын немесе орта бизнес субъектілерінің несиелік қабілеттілігін бағалау құралдарын қалыптастыру аса өзекті болып табылады. Шағын немесе орта бизнесті кәсіпорынды басқару кәсіпорынның болашақтағы қаржылық жағдайы және экономикалық ортада қалыптасуы белгісіздік жағдайында орын алуда, өйткені экономиканың осы секторы әлемдік қаржы дағдарысына өте сезімтал. Осы тұрғыдан алғанда, шағын немесе орта бизнесті кәсіпорындарды несиелендірудің орындылығын талдау, жоғары дәрежедегі белгісіздікте шешілетін мәселе ретінде қарастырылуы тиіс [1,2]. Бұл мәселені шешу үшін Заденің бұлдыр логикасына негізделген шағын кәсіпорындардың несиеге қабілеттілігін бағалаудың балама әдістері қолданылады. Бұл жиынтыққа тиесілі функция элементтері әдеттегідей 0 немесе 1 мәндерін ғана емес, [0, 1] сандар интервалында мәндерді қабылдайды. Сонымен қатар, ол лингвистикалық айнымалы түсінігін енгізді және оның мәндері бұлдыр жиындар болуы мүмкін екенін көрсетті. Заде интеллектуалдық қызметтің процестерін сипаттау үшін, математикалық өрнектерді, айқын емес және белгісіздік түсініктерін қамтитын математикалық аппарат жасады деп айтуға болады [3,4].

Шешімдер қабылдау процедурасы жалпыланған түрде мыналарды қамтиды [5,6]:

– баламаларды қалыптастыру және салыстыру;
– баламаларды таңдау;
– іс-қимыл бағдарламасын құру және түзету.

Шағын немесе орта бизнесті кәсіпорындардың несиеге қабілеттілігін бағалау процесінің негізгі кезеңінің бірі енгізілетін деректер жиынын анықтау болып табылады, яғни шағын немесе орта кәсіпорындардың несиеге қабілеттілігін бағалауға арналған сапалық және сандық көрсеткіштер, сондай-ақ осы көрсеткіштердің бағалау критерийлерінің жиыны[7,8]. Шағын кәсіпорындардың несиеге қабілеттілігін бағалау процесінде көрсеткіштерді іріктеу кезіндегі басты талап, олардың шағын немесе орта кәсіпорындардың жай-күйін барынша дәлме-дәл және толық сипаттай алу мүмкіндігі болып табылады. Кәсіпорындарды несиелендіру орындылығын айқындайтын көрсеткіштер жиынын, сапалық және сандық бағалау көрсеткіштеріне бөлу қажет. Сандық көрсеткіштер жиынына кәсіпорынның қаржылық коэффициенттерін жатқызуға болады, ал сапалық көрсеткіштерге кәсіпорын саласының бәсекеге қабілеттілік деңгейі мен даму бағытын айқындайтын көрсеткіштер жатады [9,10].

Шағын кәсіпорынның несиеге қабілеттілігі процесін ресімдеу мынадай түрде ұсынылуы мүмкін.

Несие алушының несие беру шешімдерін қабылдау кезінде бағалауға жататын сандық және сапалық көрсеткіштердің белгілі бір $X = \{x_i : i = \overline{1, N}\}$ жиынтығы бар болсын делік. Мұнда X - несие алушы бастапқы көрсеткіштері жиыны, x_i - несиеге қабілеттілікке әсер ететін көрсеткіш, N - қарастырылатын бастапқы көрсеткіштер саны, 1-кестеде көрсетілгендей бастапқы көрсеткіштер саны 22 тең [11].

Көрсеткіштерді бағалау $C = \{c_j : j = \overline{1, M}\}$ критерийлер жиынтығына негізделген. Мұнда C - біріктірілген әсер етуші көрсеткіштері жиыны, c_j -критерийлер (біріктірілген көрсеткіштер), M - біріктірілген көрсеткіштер саны.

Келесі кезеңде ықтимал нәтижелердің жиынтығы (баламалар) $A = \{a_t : t = \overline{1, T}\}$ анықталады.

Келесі кезекте "Егер., онда." түріндегі бұлдыр логикалық ережелер жиыны $P = \{p_l, l = \overline{1, L}\}$ құрылады.

Өз кезегінде осы немесе өзге баламаны таңдауда айқын емес шара болып табылады, ол берілетін несиенің төмендегі сипаттамаларын анықтайды:

1) несиенің максималды өлшемі;
2) пайыздық ставканың мөлшері;
3) несие мерзімі.

Осы көрсеткіштердің жиынын анықтау несиелендіру схемасын таңдау болып табылады $S = \{s_k, k : \overline{1, K}\}$.

Шағын немесе орта кәсіпорынның несиеге қабілеттілігін бағалау есебін жоғарыда аталған көрсеткіштер жиынын лингвистикалық айнымалылар түрінде қалыптастырамыз. Бастапқы көрсеткіштер [0,1] аралығында көрсетеміз [12,13].

Белгілі бір ұйымның - ықтимал несие алушы шағын немесе орта бизнесті кәсіпорынның несиеге қабілеттілігі келесі лингвистикалық айнымалылармен (баламалармен) ұсынылуы мүмкін[14,15]:

1) a_1 - төмен (L);
2) a_2 - орташадан төмен (LM);
3) a_3 - орташа (M);
4) a_4 - орташадан жоғары (HM);
5) a_5 - жоғары (H).

Әрбір лингвистикалық айнымалы өзінің тиісті функциясымен байланысты. Сайып келгенде, тиісті функциялар түрін таңдау, баламалар, бағаланатын критерийлер де сараптамалық артықшылықтар негізінде анықталады. Айта кету керек, көрсеткіштер (параметрлер) ерікті мән алады. Дәлірек айтқанда, әрбір көрсеткіш белгілі бір аралықта өзгереді. Бұдан әрі көрсеткіштерді біріктіруге болады, яғни, [0,1] интервалы арасында көрсету, 1-кестеде көрсетілгендей [11].

1-кесте. **Кәсіпорынның несие қабілеттілігін бағалаудың сапалық және сандық көрсеткіштері**

№	Бастапқы көрсеткіштер	Көрсеткіш мәні
Сапалық көрсеткіштер		
1.	Саланың даму динамикасы	LM
2.	Саланың даму перспективалары	LM
3.	Мұндай өнімдерге (жұмысқа, қызметке) нарықтық (сала) сұраныс	M
4.	Аймақтық экономиканың даму динамикасы	M
5.	Аймақтық экономиканың даму перспективалары	HM
6.	Өнімнің (жұмыс, қызмет) осы түріне нарықтық (өңір) сұранысы	M
7.	Қызметкерлердің кәсіби деңгейін бағалау	LM
8.	Кәсіпорындағы моральдық-психологиялық ахуалды бағалау	M
9.	Кәсіпорынның нарықта болуының жеткілікті мерзімі	HM
10.	Кәсіпорынның экономикалық саясаты	M
11.	Кәсіпорынның техникалық саясаты	LM

12.	Кәсіпорынның кадрлық саясаты	LM
13.	Несие алушының несие тарихы (жоқ)	L
Сандық көрсеткіштер		
14.	Ағымдағы төлем қабілеттілігі және өтімділік коэффициенті	LM $К_{тпл}$=1,35603
15.	Ұзақ мерзімді қаржылық тәуелсіздік коэффициенті	M $К_{дфн}$=0,3691
16.	Қорлардың меншікті айналым капиталына қатынасы	L $К_{озсок}$=0,26878
17.	Қамту коэффициенті	L $К_{п}$=0,5967
18.	Дебиторлық берешектің айналымдық коэффициенті	H $К_{одз}$ = 20,7878
19.	Кредиттік берешек айналымы коэффициенті	M $К_{окз}$=85,6914
20.	Дайын өнімнің айналымдылығы коэффициенті	L $К_{огп}$ = 30,7515
21.	Капитал мен борыштың қатынасы коэффициенті	LM $К_{ссзс}$=0,585
22.	Өнімнің кірістілік коэффициенті (сату).	L $К_{рп}$ = 0,0379

Шешім қабылдау процессі.

Әрбір *i*-ші көрсеткішпен бірорынды үш предикатты $P_L^i(x)$, $P_M^i(x), P_H^i(x)$ байланыстырамыз.

Қарапайым болу үшін біз анықталатын предикаттар формуласын енгіземіз:

$P_{LM}^i(x) = P_L^i(x) \vee P_M^i(x)$;

$P_{HM}^i(x) = P_M^i(x) \vee P_H^i(x)$.

Сол сияқты біз әр қаржылық көрсеткішпен предикатты байланыстырамыз Q_D^i, $D \in \{L, M, H, LM, HM\}$.

Берілетін несиенің сипаттамасы:

– несие мөлшері;

– пайыздық ставка;

– несиелендіру мерзімі.

Шешімдер қабылданатын ережелер $\varphi(x_1,...,x_n) \to \psi(y_1,...,y_m)$ формада болады.

Яғни $\varphi(x_1,...,x_n) = \bigwedge_{j=1}^{n} Q_j(x_j)$, бізде жоғарыда аталған қолтаңбаның бірыңғай предикаттарының жиынтығы бар

Мұндағы әрбір Q_j , P_D^i, $D \in \{L, M, H, LM, HM\}$ түрінде болады.

Нәтижесінде біз төмендегі ережені аламыз

$$P_{LM}^1(x_1) \wedge P_{LM}^2(x_2) \wedge P_M^3(x_3) \wedge P_M^4(x_4) \wedge P_{HM}^5(x_5) \wedge P_M^6(x_6) \wedge P_{LM}^7(x_{16}) \wedge P_M^8(x_{17}) \wedge$$
$$P_{HM}^9(x_{18}) \wedge P_M^{10}(x_{19}) \wedge P_{LM}^{11}(x_{20}) \wedge P_{LM}^{12}(x_{21}) \wedge P_L^{13}(x_{22}) \wedge P_{LM}^{14}(x_7) \wedge P_M^{15}(x_8) \wedge P_L^{16}(x_9) \wedge$$
$$P_L^{17}(x_{10}) \wedge P_H^{18}(x_{11}) \wedge P_M^{19}(x_{12}) \wedge P_L^{20}(x_{13}) \wedge P_{LM}^{21}(x_{14}) \wedge P_L^{22}(x_{15}) \to Q_M^1(y_1).$$

Бірнеше ережелер қолданылуы мүмкін

$$R_i : \varphi_i(x_1..x_n) \to \psi_i(y_1..y_n), i = 1,..N.$$

Қысқарту үшін $R_i = R_i(x_1..x_n, y_1..y_m)$ деп жазамыз.

Олардың дизъюнкциясын қарастыруға болады $R = \bigvee_i R_i$.

$x_1..x_n$ көрсеткіштері кәсіпорынды талдау нәтижесінде алынған (1-кесте). Бұл көрсеткіштер жоғарыда айтылған. $y_1..y_m$ параметрлері болжамды, бұл көрсеткіштер: несие сомасы, пайыздық мөлшерлеме, несие мерзімі.

Жалпы түрде несиеге қабілеттілік индексі деп аталатын бір параметр болжанады, ол табиғи интерпретацияға ие және 0-ден 1-ге дейін өзгереді.

Тұтастай алғанда, ұсынылып отырған ғылыми тәсіл шағын кәсіпкерлікті несиелеуде сараптамалық шешімдерді қабылдауды қолдаудың автоматтандырылған жүйесін құруға негіз бола алады. Несиелік қабілеттілікті бағалау процесін автоматтандыру несиелік тәуекелдердің төмендеуіне әкеледі және сарапшылардың шешім қабылдау процесін тездетеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Тусупов Д.А., Ла Л.Л., Муханова А.А., Сатекбаева А.Ж. Исследование и разработка новых моделей, методов для решения многокритериальных задач принятия решений в условиях неопределенности. // Вестник. Серия естественно-технических наук. – Астана: ЕНУ – 2013. –№6(97). – С.49-60.

[2] J.Tussupov, L. La, A. Mukhanova. Modification of synthetic fuzzy logic to solve multicriteria problems realized by neural networks. // Proceedings of the 2014 International Conference on Mathematical Methods, Mathematical Models and Simulation in Science and Engineering, Interlaken, Switzerland. – 2014. – P. 21-27.

[3] Пивкин В.Я., Бакулин Е.П., Кореньков Д.И. Нечеткие множества в системах управления.– Новосибирск: Изд-во НГУ. – 1997. – 52 с.

[4] С.В. Судоплатов, Е.В. Овчинникова Математическая логика и теория алгоритмов. – Новосибирск: Изд. Дом «Инфра-М», 2004. – 225 с.

[5] J.Tussupov, L. La, A. Mukhanova. A model of fuzzy synthetic evaluation method realized by a neural network. // International journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences (Indexed by Scopus). – 2014. – Vol. 8. – pp.103-106. А.Н. Павлов, Б.В. Соколов Принятие решений в условиях нечеткой информации. – Санкт-Петербург: ГУАП, 2006. – 72 с.

[6] К.А. Джафаров, Л.В.Роева Методы оптимальных решений. –Новосибирск, 2018. – 105 с.

[7] Ендовицкий Д.А., Рахмадулина Р.Р. Малое предприятие. 5 в 1: бухучет, налоги, документооборот, правовое сопровождение, анализ деятельности. – М.: Рид Групп, 2011. – 320 с.

[8] Ендовицкий Д.А., Беленова Н.Н. Комплексный экономический анализ деятельности управленческого персонала: научное издание. – М.: КНОРУС, 2013. – 192 с.

[9] Синянская Е.Р., Баженов О.В. Основы бухгалтерского учета и анализа. – Екатеринбург: Изд-во Уральского университета. – 2014. – 270 с.

[10] А.В. Гартвич Бухгалтерский учет с нуля. — СПб.: Питер, 2013. — 400 с.

[11] Илларионов А.В. Разработка математических моделей и алгоритмов принятия решений по кредитованию предприятий малого (среднего) бизнеса на основе аппарата теории нечетких множеств: дис. ... канд. экон. наук. Владимирский гос. университет, Владимир. – 2006.

[12] Заболоцкая В.В., Аристархов А.А. Методика оценки кредитоспособности предприятий малого бизнеса // Финансы и кредит. – 2009. – №12(348). – С. 61-73.

[13] Н.Н. Илышева, С.И. Крылов Анализ финансовой отчетности. – Москва: «Финансы и статистика», 2015. – 368 с.

[14] В. С. Тарасян Пакет Fuzzy Logic Toolbox for Matlab. – Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2013. — 112 с.

[15] Лукашевич Н.С. Разработка экспертной системы оценки кредитного риска и условий кредитования для субъектов малого предпринимательства на основе нечетко-множественного подхода // Актуальные вопросы современной науки. – 2014. – № 38. – С. 226–235.

Тусупов Д.А., Муханова А.А., Махажанова У.Т.

Математическая модель оценки кредитоспособности предприятия малого бизнеса

Резюме. Кредитование малого и среднего бизнеса в настоящее время является динамично развивающимся направлением банковской деятельности в нашей стране. В исследовании систематизированы особенности кредитования субъектов малого предпринимательства. В настоящей работе с помощью теории нечетких множеств предложены нечеткая продукционная система количественных и качественных показателей и математическая модель для осуществления комплексного анализа финансово-экономического состояния и уровня кредитоспособности малого предприятия.

Ключевые слова: кредитоспособность, малый и средний бизнес, нечеткая логика, лингвистическая переменная, принятие решений.

УДК 502/504(035:3):543.068:681.3

A.Aydossov, R.U. Bayamirova, A.R. Togasheva, A.T. Zholbassarova
(Caspian State University of Technologies and Engineering named after S. Yessenov,
Aktau city, The Republic of Kazakhstan)

MATHEMATICAL MODELS OF ATMOSPHERIC TRANSPORT OF REACTIVE POLLUTANTS EMITTED BY OIL AND GAS FISHERIES

Abstract. The paper studies emissions of oil and gas industrial enterprises and vehicles into the environment in the form of gaseous and condensed products. It is taken into account that during photochemical reactions, ozone and other toxicants that are dangerous to human health and the state of the plant and animal world are formed. It is known that under certain meteorological conditions, even minor emissions of pollutants can create an unfavorable environmental situation, because natural and man-made disasters pose a great danger, as a result of which large-scale pollution of the natural environment is possible. Within the framework of this problem, mathematical models of distribution and dispersion of reacting pollutants in multiphase, multi-component interpenetrating multi-speed continuous media have been developed to assess the state of components of the natural environment, which is the basis of food safety and quality.

Key words: Mathematical models, reactive environment, pollutants, human health, natural environment, numerical method

А. А. Айдосов, Р. У. Баямирова, А. Р. Тогашева, А. Т.. Жолбасарова
(Каспийский государственный университет технологии и
инжиниринга имени Ш.Есенова).

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПЕРЕНОСА РЕАГИРУЮЩИХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ, ВЫБРАСЫВАЕМЫХ НЕФТЕГАЗОВЫМИ ПРОМЫСЛАМИ В АТМОСФЕРУ

Аннотация. В работе изучены выбросы нефтегазовых промышленных предприятий и автотранспорта в окружающую среду в виде газообразных и конденсированных продуктов. Учтены, что в процессе фотохимических реакций образуются озон и другие, опасные для здоровья человека и состояния растительного и животного мира токсиканты. Как известно, что при определенных метеорологических условиях даже незначительные выбросы загрязняющих веществ могут создавать неблагополучную экологическую обстановку, т.к. большую опасность представляет природные и техногенные катастрофы, в результате которых возможно крупномасштабное загрязнение природной среды. В рамках данной проблемы разработаны математические модели распространения и рассеивания реагирующих загрязняющих веществ в многофазных, многокомпонентных взаимопроникающих многоскоростных сплошных средах для оценки состояния компонентов природной среды, являющейся основой безопасности и качество пищевых продуктов.

Ключевые слова. Математические модели, реагирующие среда загрязняющие вещества, природная среда, численный метод.

В работе рассматривается математическое моделирование, использующее детерминированный подход, со следующими этапами [1-11]:

1.Физический анализ изучаемого явления и создание физической модели объекта.

2. Реакционных свойств среды, коэффициентов переноса и структурных параметров среды и вывод основной системы уравнений с соответствующими начальными и граничными условиями.

3. Выбор метода численного или аналитического метода решения поставленной краевой задачи.

4. Получение дискретного аналога для соответствующей системы уравнений, если предполагается численное решение.

5. Выбор метода получения решения для дискретного аналога.

6. Разработка программы расчета для вычислительной техники.

7. Тестовые проверки программы расчета. Получение численного решения системы дифференциальных уравнений.

8. Сравнение полученных результатов с известными экспериментальными данными, их физическая интерпретация. Параметрическое изучение исследуемого объекта.

Главное требование к математической модели – согласованность полученных результатов

численного анализа с данными натурного наблюдения и экспериментальных исследований. Для выполнения этого достаточного условия необходимо, чтобы:

- в математической модели выполнялись фундаментальные законы сохранения массы, энергии и импульса;
- математическая модель правильно отражала сущность изучаемого явления.

Для исследования вышеупомянутых сложных явлений перспективно использование понятий и методов механики сплошных многофазных многокомпонентных многоскоростных реагирующих сред.

Процесс переноса моделируется смешанной краевой задачей математической физики и включает уравнение переноса с учетом турбулентной диффузии. При постановке задачи граничные условия задаются на самом нижнем слое z=0 и на самом верхнем слое $z=h_3$, рассматриваются условия сопряжения на границах разделения слоев.

Моделирование региональных атмосферных процессов реализуется с учетом того, что поля метеорологических величин в ограниченной области формируются под влиянием макромасштабных циркуляций атмосферы. При численном решении задач прогноза состояния атмосферы для ограниченной территории появляется необходимость сгущать сетку для достижения требуемой точности решения задачи в местах больших градиентов зависимых функций.

Слой почвы можно разделить на три части: поверхность почвы, являющейся границей двух сред; слой суточных колебаний температуры (~1 м); слой годовых колебаний температуры (~10 м). Толщина выделенных в почве слоев зависит от свойств почвы.

Неизвестных функций в уравнениях гидродинамики турбулентной атмосферы и диффузии примесей представим в виде суммы: $Y(t,x,y,z)=\overline{Y}(t)+Y'(t,x,y,z)$, где $\overline{Y}(t)=\frac{1}{\sigma}\iiint\limits_{(\sigma)} Y(t,x,y,z)dxdydz$ – среднее значение функции в блоке (σ – объем блока), а $Y'(t,x,y,z)$ – отклонение от среднего внутри блока. И затем усредним уравнения гидродинамики турбулентной атмосферы и диффузии примесей по объему блока σ, используя свойства операции осреднения: $\overline{A\xi+B\xi}=A\overline{\xi}+B\overline{\varphi}$, $\overline{\overline{\xi}\varphi}=\overline{\xi}\overline{\varphi}$, $\overline{\frac{\partial\xi}{\partial s}}=\frac{\partial\overline{\xi}}{\partial s}$, $\overline{\xi'}=0$, где: ξ, φ – функции независимых переменных x, y, z, t; A, B – постоянные; s – любая из этих независимых переменных.

Записав уравнения гидродинамики турбулентной атмосферы и диффузии примесей используя методов механики сплошных многофазных многокомпонентных многоскоростных реагирующих сред для каждого блока модели с учетом взаимодействия между блоками и присоединив к ним уравнения переноса радиации, получим систему уравнений блочной модели локального климата:

$$\frac{du}{dt}=\alpha_1(U_1-u)+\alpha_2(U_2-u)+lv+\frac{1}{L}(U_3-u\overline{V}), \qquad (i=1, 2, 3);$$

$$\frac{dv}{dt}=\alpha_1(U_4-v)+\alpha_2(U_5-v)+lu+\frac{1}{L}(U_6-v\overline{V}), \qquad (i=1, 2, 3);$$

$$\frac{dw}{dt}=\alpha_1(U_7-w)+\alpha_2(U_8-w)+\frac{1}{L}(U_9-w\overline{V})-g, \qquad (i=1, 2, 3); \tag{1}$$

$$\frac{d\theta}{dt}=\frac{1}{c_p\rho}\left(U_{10}-G_m\right)+\alpha_1(U_{11}-\theta)+\alpha_2(U_{12}-\theta)+\frac{1}{L}(U_{13}-\theta\overline{V})+U_{14}, \ (i=1, 2, 3);$$

$$\frac{dq}{dt}=-\frac{m}{\rho}+\alpha_1(U_{15}-q)+\alpha_2(U_{16}-q)+\frac{1}{L}(U_{17}-q\overline{V})+U_{18}, \qquad (i=1, 2, 3);$$

$$\frac{d\delta}{dt}=m+\frac{1}{L}(U_{19}-\delta\overline{V})+U_{20}-\frac{1}{L}(\delta\overline{V_\delta}-U_{21})+\alpha_1(U_{22}-\delta)+\alpha_2(U_{23}-\delta), \ (i=1, 2, 3);$$

$$\frac{dc^T}{dt}=\alpha_1(U_{24}-c^T)+\alpha_2(U_{25}-c^T)-\alpha_c^T c^T+\frac{1}{L}(U_{26}-c^T\overline{V})-\frac{1}{L}(c^T\overline{V_c}-U_{27})+U_{28}, \ (i=1, 2, 3);$$

$$\frac{dc^{\Gamma}}{dt}=\alpha_1(U_{29}-c^{\Gamma})+\alpha_2(U_{30}-c^{\Gamma})-\alpha_c^{\Gamma}c^{\Gamma}+\frac{1}{L}(U_{31}-c^{\Gamma}\overline{V})+U_{32}, \qquad (i=1,\ 2,\ 3);$$

$$\frac{dT}{dt}=\frac{1}{l_0c^*\rho^*}U_{33}+\alpha_1(U_{34}-T)+\alpha_2(U_{35}-T)+G\alpha_1(U_{36}-q)+U_{37}, \quad (i=0);$$

$$\frac{dT}{dt}=-\frac{G}{c^*\rho^*}\overline{m_0}+\alpha_1(U_{38}-T)+\alpha_2(U_{39}-T), \qquad (i=-1,\ -2);$$

$$\frac{dW_B}{dt}=-\frac{\overline{m_0}}{\rho^*}-\frac{J\Delta(\xi)}{\rho^*}+\alpha_1(U_{40}-W_B)+\alpha_2(U_{41}-W_B), \quad (i=-1,\ -2);$$

$$\frac{dW_{\Pi}}{dt}=\frac{\overline{m_0}}{\rho^*}+\alpha_1(U_{42}-W_{\Pi})+\alpha_2(U_{43}-W_{\Pi}), \quad (i=-1,\ -2);$$

$$\frac{d(W_{\Pi}+W_B)}{dt}=\frac{1}{\rho^*l_0}[J+G\alpha_1(U_{36}-q)+\alpha_1(U_{44}-\delta)+U_{45}+\alpha_2(U_{41}-W_B)+\alpha_2(U_{33}-W_{\Pi})], \ (i=0).$$

Скорость фазовых переходов влаги m в случае термодинамического процесса в воздухе, насыщенном водяным паром, определяется формулой:

$m=-\frac{dq_{HAC}}{dt}+\frac{q_{HAC}}{\theta}\frac{d\theta}{dt}$, где $q_{HAC}=\frac{0{,}622E_{HAC}}{p_A}$, $E_{HAC}=6{,}1*10^{\frac{7{,}45(T-273)}{T-38}}$; $\overline{V}$ – скорость ветра;

$U_1=u_{i+1j}$, $U_2=u_{i-1j}$, $U_3=u_{ij-1}\overline{V}_{ij-1}$, $U_4=v_{i+1j}$, $U_5=v_{i-1j}$, $U_6=v_{ij-1}\overline{V_{ij-1}}$, $U_7=w_{i+1j}$, $U_8=w_{i-1j}$, $U_9=w_{ij-1}\overline{V_{ij-1}}$, $U_{10}=\varepsilon_{\pi ij}$, $U_{11}=\theta_{i+1j}$, $U_{12}=\theta_{i-1j}$, $U_{13}=\theta_{ij-1}\overline{V_{ij-1}}$, $U_{14}=\Delta\theta_{ij}$, $U_{15}=q_{i+1j}$, $U_{16}=q_{i-1j}$, $U_{17}=q_{ij-1}\overline{V_{ij-1}}$, $U_{18}=\Delta q_{ij}$, $U_{19}=\delta_{ij-1}\overline{V_{ij-1}}$, $U_{20}=\Delta\delta_{ij}$, $U_{21}=\delta_{i+1j}\overline{V_{i+1j}}\rho_{i+1j}/\rho_{ij}$, $U_{22}=\delta_{i+1j}$, $U_{23}=\delta_{i-1j}$, $U_{24}=c^T_{i+1j}$, $U_{25}=c^T_{i-1j}$, $U_{26}=c^T_{ij-1}\overline{V_{ij-1}}$, $U_{27}=c^T_{i+1j}\overline{V_{i+1j}}\rho_{i+1j}/\rho_{ij}$, $U_{28}=\Delta c^T_{ij}$, $U_{29}=c^{\Gamma}_{i+1j}$, $U_{30}=c^{\Gamma}_{i-1j}$, $U_{31}=c^{\Gamma}_{ij-1}\overline{V_{ij-1}}$, $U_{32}=\Delta c^{\Gamma}_{ij}$, $U_{33}=\varepsilon_{\pi 0j}$, $U_{34}=T_{1j}$, $U_{35}=T_{-1j}$, $U_{36}=q_{1j}$, $U_{37}=\Delta T_{0j}$, $U_{38}=T_{i+1j}$, $U_{39}=T_{i-1j}$, $U_{40}=W_{Bi+1j}$, $U_{41}=W_{Bi-1j}$, $U_{42}=W_{\Pi i+1j}$, $U_{43}=W_{\Pi i-1j}$, $U_{44}=\delta_{1j}$, $U_{45}=\Delta W_{B0j}$,

где: $\Delta\theta_{ij},\Delta q_{ij},\Delta\delta_{ij},\Delta c^T_{ij},\Delta c^{\Gamma}_{ij},\Delta T_{0j},\Delta W_{B0j}$ – антропогенные добавки в слои модели; i – номер блока по вертикали; j – номер блока по горизонтали; i-1 – номер соседнего блока снизу; i+1 – номер соседнего блока сверху; j-1 – номер блока, из которого дует ветер; j+1 – номер следующего блока по воздушному потоку, $\varepsilon_{\pi}=\frac{d\Phi}{dz}$, $\Phi=J\downarrow-J\uparrow-U+G$.

Следовательно, в предлагаемой блочной модели локального климата довольно просто с математической точки зрения записана основная система уравнений, но вследствие схематизации процессов появились дополнительные коэффициенты, при поиске которых максимально используются известные физические закономерности и выражающие теоретические, полуэмпирические и эмпирические формулы. От определения этих коэффициентов во многом будет зависеть степень приближения модели к действительности.

Определим коэффициенты двух блоков (“Диффузия” и ”Радиация”) первого варианта модели. Расчетные модели для α_1,α_2 определяются непосредственно из системы уравнения:

$\frac{d\overline{Y}}{dt}=\alpha_1(\overline{U}-\overline{Y})=dif^{Y}$; $\frac{d\overline{U}}{dt}=\alpha_2(\overline{Y}-\overline{U})=dif^{U}$, фиксируя время $t=\bar{t}$ [4]:

$$\alpha_{1,2}=-\frac{\overline{Y}(\bar{t})-\overline{Y}(t_0)}{U(t_0)-U(\bar{t})+\overline{Y}(\bar{t})-\overline{Y}(t_0)}*\frac{1}{\bar{t}-t_0}\ln\frac{U(\bar{t})-\overline{Y}(\bar{t})}{U(t_0)-\overline{Y}(t_0)}.$$

Для определения $\overline{Y}(t)$ привлечется непрерывная модель диффузии.

Параметры r_k, a_k, h_k, p_k, e_k для чистой влажной атмосферы можно рассчитать с помощью следующих формул полученных [2]:

$$h_k = \frac{H_k(1-b)+b-A_k}{H_{k-1}(1-b)+b-A_{k-1}}, \quad a_k = \frac{A_k - A_{k-1}}{H_{k-1} - A_{k-1}}, \quad e_k = 1 - \frac{1}{4}\sum_{j=1}^{4}\exp(-\beta_j W_{k,k+1}),$$

где $H_k = \frac{s_k}{s_0} - 1{,}041 - 0{,}160\sqrt{M(0{,}949 p_{A_k} / p_0 + 0{,}051)}$, $A_k = 0{,}172(MW_{k\infty})^{0{,}303}$, $b = 1/2$,

где: s_0 – поток прямой радиации на верхней границе атмосферы (солнечная постоянная); s_k – поток прямой радиации на уровне с давлением; p_{Ak}, p_0 – давление у поверхности земли; $M = f(h_0)$ – число оптических масс атмосферы, где h_0 – высота Солнца; A_k – функция поглощения прямой солнечной радиации водяным паром; $W_{k\infty}$ – содержание водяного пара в столбе единичного сечения с основаниями k, ∞ (в г/см^2): $W_{k\infty} = \frac{1}{g}\int_0^{p_A} q dp_A \approx \frac{1}{g}\sum_{i=1}^{N} q_k \Delta p_A$, где: e_k – функция поглощения длинноволнового излучения водяным паром; $W_{k,h+1}$ – содержания водяного пара в столбе единичного сечения с основаниями k, k+1; $\beta_1 = 0{,}166$, $\beta_2 = 2{,}60$, $\beta_3 = 36{,}2$, $\beta_4 = 114$.

Вычислительный эксперимент реализации на ЭВМ численных расчетных моделей переноса и диффузии примеси в пограничном слое атмосферы и по его результатам построение геоэкологической карты загрязненности орографии местности на примере Карачаганакского нефтегазоконденсатного месторождения.

Моделировался суточный ход температуры в одной ячейке модели в летний, безоблачный, безветренный день для широты $55{,}7^0$ и склонения Солнца $23{,}4^0$. Поверхность считалась достаточно увлажненной $(q_0 = q_{HAC}(T_0))$ с коэффициентом отражения (альбедо) r=0,2. Твердые и газообразные примеси не учитывались. Задавалось начальное состояние: $T_{-1} = 287$, $T_0 = 283$, $\theta_1 = 285$, $\theta_2 = 282$, $\theta_3 = 260$, $q_1 = 0{,}0054$, $q_2 = 0{,}0045$, $q_3 = 0{,}0014$.

Система уравнений (1) интегрировалась методом Рунге-Кутта с шагом по времени t=1ч. Результаты расчетов сравнивались с данными экспедиционных наблюдений.

Экстренные дополнительные источники загрязнение природных сред

Рис. 1. Авария на нефтегазовом комплексе

Рис. 2. Авария на трубопроводе сопровождение с пожаром

Основные причины аварий на объектах магистральных трубопроводов представлены на рисунке 4.

Объемы аварийных утечек на магистральном трубопроводном транспорте нефти в 1999-2001 гг. составили соответственно 1332, 512 и 1530 м^3.

Рис. 3. Пожар на нефтяной скважине

Из-за внешних воздействий на нефтепроводах происходит более 5 % аварий от общего их числа, а по наносимому ущербу они занимают первое место (рис.4).

Рис. 4. Разлив нефти из-за трещин на трубопроводе

Произведен вычислительный эксперимент реализации расчетных моделей переноса и диффузии примеси в пограничном слое атмосферы и по его результатам построение геоэкологической карты загрязненности орографии местности в конвективных условиях и в инверсионных условиях. Распространение примесей в устойчивых атмосферных условиях, проводилось для двух вариантов: в первом случае скорость ветра в приземном слое выбрана равная 2 м/с , а во втором – 4 м/с.

Время расчета соответствовало периоду полного продувание района месторождения, имеющего протяженность порядка 40 км.

Заключение

В работе разработаны математические модели степени загрязнения активными примесями приземного слоя атмосферы населенных пунктов. Рассмотрен случай двумерного распространения вещества в нижнем слое атмосферы, где цепочка его превращения из одного химического состояния в другое, согласно теории Михаэлса-Ментена, состоит из трех звеньев. Задача доведена до числа методом крупных частиц и построены карты распределения примесей.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Айдосов А.А., Айдосов Г.А. Теоретические основы прогнозирования природных процессов и экологической обстановки окружающей среды. Книга 1, Теоретические основы прогнозирования атмосферных процессов и экологической обстановки окружающей среды. - Алматы: Изд-во «Қазақ университеті”, 2000.- 290 с.

[2] Айдосов А.А., Айдосов Г.А., Заурбеков Н.С. Моделирование распространения вредных веществ в нижнем слое атмосферы со свободной верхней границей воздушной массы и оценка экологической обстановки окружающей среды.// Промышленность Казахстана. – Алматы. - 2007. -№1(40). - С. 68-70.

[3] Айдосов, А. А., Г. А. Айдосов, Н. С. Заурбекова, и Г. И. Азхиева. Модельная оценка технологической нагрузки экологических компонентов в нефтегазодобывающем регионе, 160. Волкова Е.В.: Алма-Ата. 2015.

[4] Нигматулин Р.И. Методы механики сплошной среды для описания многофазных смесей // ПММ. – 1970. – Т.34, №6. – С.1097-1112.

[5] Блинова Е.И. Методы решения нелинейной задачи об атмосферных движениях планетарного масштаба // ДАН СССР. – Т.110, №6, 1956.

[6] Н.Заурбекова, А.Аидосова, Н.Заурбекова, Г.Аидосова, Г.Заурбекова & И.Заурбеков. Распространение выбросов в результате массового и энергетического обмена в атмосферном поверхностном слое: двухмерное моделирование - источники энергии Том 40, 2018 - Выпуск 23. - Стр. 2832-2841: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15567036.2018.1511656. [Сеть Науки ®]

[7] Аллаярбек Айдосов, Байдаулет Урмашев, Гульзат Заурбекова. Моделирование распространения вредных веществ в атмосфере с изменяющимся профилем скорости - Open Engineering formerlyul Central European Journal of Engineering, том 6, выпуск 1. ISSN 2391-5439. - Варшава, Польша, 2016.-264-269 стр.:https://www.degruyter.com/view/j/eng.2016.6.issue-1/eng-2016-0035/eng-2016-0035.xml?rskey=HHt9SU&result=1&q=Zaurbekova. [Сеть Науки ®]

[8] Аллаярбека Айдосова, Галыма Айдосова, Нургали Заурбекова, Гульзата Заурбекова, Нурбике Заурбекова, Игилика Заурбекова. Математическое моделирование загрязнения атмосферы в промышленном регионе с целью разработки программного обеспечения информационной системы для экологической ситуации - Еколоджи, 2019, выпуск 107, стр.: 349-358.: http://ekolojidergisi.com/article/mathematical-modelling-of-atmospheric-pollution-in-an-industrial-region-with-a-view-to-design-an-5601. [Сеть Науки ®]

[9] Алларибек Айдосов, Галим Айдосов, Нургали Заурбеков, Гульзат Заурбекова, Саулет Сибанбаева, Балджан Талпакова, Багдат Заурбеков, Нурбике Заурбекова. Информационно-математическое моделирование влияния выбросов в атмосферу на здоровье населения - Ad Alta - Журнал междисциплинарных исследований, том 9, выпуск 1, специальный выпуск V. - Страницы: 74-79. http://www.magnanimitas.cz/ADALTA/090105/papers/B_02.pdf. [Сеть Науки ®]

[10] А.А. Айдосов, Г.А. Айдосов, Н.С. Заурбекова, Л.К. Байболова, А.М. Адамаева, Н. Дзах. Заурбекова Оценка высоты устья реки источников и влияния строительства промышленных объектов при моделировании загрязнения атмосферы выбросами - Исследовательский журнал прикладных наук 10 (2): 54-58, 2015 ISSN: 1815-932X © Medwell Journal, Пакистан, 2015 - стр. 54-58.: https://www.medwelljournals.com/abstract/?doi=rjasci.2015.54.58.

[11] А.А. Айдосов, Н.С. Заурбекова, Г.А.Аидосова, К.А.Абсаматова, Г.Н Заурбекова., И.С.Заурбеков. Математическое моделирование и численные методы атмосферных процессов, определяющих перенос загрязняющих веществ при аварийных выбросах - Металлургическая и горнодобывающая промышленность No.4 - 2016, Днепропетровск, Украина, 2016. - 65-68 с. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2016_4/10_Aydosov.pdf

Айдосов А.А., Баямирова Р.У., Тогашева А.Р., Жолбасарова А.Т.

Атмосфераға мұнай-газ өндірістерінен шығарылатын белсенді ластаушы заттарды тасымалдаудың математикалық модельдері

Андатпа. Жұмыста Мұнай-Газ өнедірістері мен автокөліктің қоршаған ортаға газ және конденсирленген түріндені өнімдердің шығарындылары зерттелді. Фотохимиялық реакциялар процесінде озон және басқа да, адам денсаулығына және өсімдіктер мен жануарлар дүниесінің жағдайына қауіпті токсиканттар пайда болатыны ескерілген. Белгілі метеорологиялық жағдайларда ластаушы заттардың аздаған шығарындылары қолайсыз экологиялық жағдай туғызуы мүмкін. табиғи және техногендік апаттар үлкен қауіп тудырады, оның нәтижесінде табиғи ортаның кең ауқымды ластануы мүмкін. Осы мәселе шеңберінде тағам өнімдерінің қауіпсіздігі мен сапасының негізі болып табылатын табиғи орта компоненттерінің жай-күйін бағалау үшін көп фазалы, көп компонентті өзара секіретін көп жылдамдықты тұтас орталарда реагентті ластаушы заттардың таралуы мен таралуының математикалық модельдері әзірленді.

Кілтті сөздер. Математикалық модельдер,Белсенді орта, Ластаушы заттар, табиғи орта, сандық әдіс.

UDK 004.9

[1,2]P. Kisała, [1,3]A. Kalizhanova, [3,4]A. Kozbakova,[5]D. Yedilkhan, [1,3]Zh. Aitkulov, [1,6]Zh. Orazbekov
([1]Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK, Almaty
[2]Lublin Technical University, Poland
[3]Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty
[4]Almaty University of Technology, Almaty
[5]Astana IT-University, Nur-Sultan, Kazakhstan
[6]Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan
e-mail: kalizhanova_aliya@mail.ru,)

EXPERIMENTAL-MODEL RESEARCHES OF THE INTERROGATION SYSTEM

Abstract. The article discusses the recently proposed types of periodic structures based on tilted fiber Bragg gratings (TFBG). Of the many new types of periodic structures currently being developed, those were selected whose parameters and properties seem to be the most promising. The directions of development of such structures and their advantages and disadvantages in comparison with the previously described TFBG were presented. The results of experimental-model researches and their possible applications are presented.

Key words: Ex-TFG, interrogation system, sensor, signal, tilted fiber Bragg gratings.

[1,2]Кисала П., [1,3]Калижанова А.У., [3,4]Козбакова А.Х., [5]Едилхан Д., [1,3]Айткулов Ж.С., [1,6]Оразбеков Ж.
([1]Институт информационных и вычислительных технологий
КН МОН РК, Алматы, Казахстан
[2]Люблинский технический университет, Люблин, Польша
[3]Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Казахстан
[4]Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан
[5]Астана IT-университет, Нур-Султан, Казахстан
[6]Казахский национальный педагогический университет имени Абая
Алматы, Казахстан
e-mail: kalizhanova_aliya@mail.ru)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-МОДЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ИНТЕРРОГАЦИИ

Аннотация. В статье рассматриваются недавно предложенные типы периодических структур на основе наклонных волоконных решетках Брэгга (НВРБ). Из множества новых типов периодических структур, разрабатываемых в настоящее время, были выбраны те, параметры и свойства которых кажутся наиболее перспективными. Были представлены направления развития таких структур и их преимущества и недостатки по сравнению с описанными ранее НВРБ. Приведены результаты экспериментально-модельных исследований и их возможных применений.

Ключевые слова: Ex-TFG, система опроса, датчик, сигнал, наклонная волоконная решетка Брэгга.

ВВЕДЕНИЕ

Чрезмерно наклонные периодические структуры (Ex-TFG). Структуры наклонных волоконных решеток Брэгга (НВРБ) характеризуются сильной зависимостью коэффициента связи мод ядра и оболочечных мод от поляризации света. Степень сцепления также существенно зависит от угла наклона таких структур и их периода. Существуют три основные группы наклонных структур, которые отличаются механизмами связи света с оболочечными модами. Первая группа содержит структуры с углами наклона, достигающими значения до нескольких градусов. Вторая группа включает в себя структуры с углом наклона 45°. В третью группу входят решетки с очень большим углом наклона, называемые чрезмерно наклонными решетками и обозначаемыми как Ex-TFG (excessively tilted fiber grating-чрезмерно наклонная волоконная решетка).

Известно, что стандартные структуры НВРБ имеют ряд резонансов, полученных из обратно распространяющихся оболочечных мод. Они видны как гребень минимумов на спектральных характеристиках передачи НВРБ. Это свойство используется в датчиках для измерения влажности [1], уровня жидкости [2,3], вибрации [4,5], акселерометров [6], датчиков электромагнитного поля с использованием плазмонного эффекта [7], датчиков коррозии [8] и даже для измерения молекул с низким молекулярным весом [9] и многих других.

Датчики НВРБ с углом наклона 45° характеризуются высоким коэффициентом ослабления поляризованного света. В результате их можно использовать в качестве линейных поляризаторов [10,11], полностью волоконно-оптических. Этот тип решетки НВРБ также характеризуется высоким потенциалом применения в конструкции волоконных лазеров [12].

Первая работа с датчиками с наклонными брэгговскими решетками с чрезвычайно большими углами наклона касалась возможности их использования для измерения показателя преломления с пониженной перекрестной чувствительностью к температуре [13] и в системах измерения угла кручения [14]. Известно, что оболочечные моды, с которыми связана мода входного ядра, разделены на две моды в зависимости от полярностей LP_{mn}^{P} и LP_{mn}^{S}.

Из-за большой симметрии стандартного одномодового волокна его двулучепреломление незначительно. Несимметричное воздействие на такое волокно ультрафиолетового (УФ) света, например, при записи периодических структур, может привести к двойному лучепреломлению. Тем не менее, это небольшая асимметрия, и двулучепреломление такой структуры можно игнорировать. В случае структур НВРБ, хранящихся в волоконно-оптическом сердечнике, они вызывают сильное нарушение круговой симметрии, что вызывает значительное двулучепреломление в сердцевине волокна. Из вышеизложенного, структуры НВРБ могут связывать мода ввода с ортогональными оболочечными модами LP_{mn}^{P} и LP_{mn}^{S}.

$$\lambda = \left[n_{\text{ядро}}(\lambda) - n^{P}{}_{m,\text{оболочка}}(\lambda)\right](\Lambda_{Ex-TFG}/cos\theta), \quad (1)$$

$$\lambda = \left[n_{\text{ядро}}(\lambda) - n^{S}{}_{m,\text{оболочка}}(\lambda)\right](\Lambda_{Ex-TFG}/cos\theta). \quad (2)$$

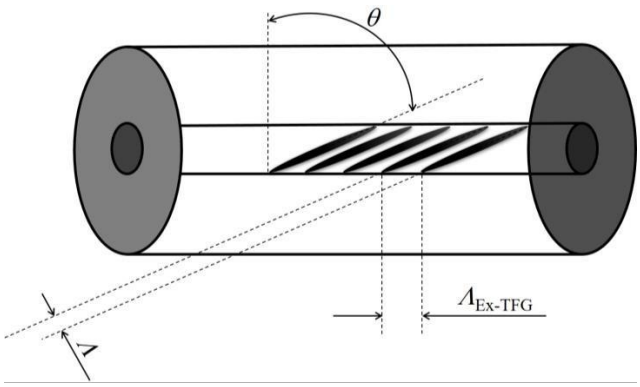


Рис.1. Схематическое представление структуры Ex-TFG с указанием характерных величин

В уравнениях (1) и (2) λ - длина волны резонанса, $n_{ядро}$- эффективный показатель преломления в сердцевине волокна со структурой Ex-TFG, записанной для данной длины волны λ, $n^{P}{}_{m,оболочка}$ и $n^{S}{}_{m,оболочка}$- эффективные показатели преломления m-порядка для моды P и S, θ - угол наклона конструкции, а Λ_{Ex-TFG} -период между наклонными плоскостями структуры $Ex-TFG$ и в соответствии с рисунком 1 $\Lambda_{Ex-TFG}=\Lambda\cos\theta$, который после включения в уравнения (1) и (2), позволяет сохранить их в более простой форме:

$$\lambda = \left[n_{ядро}(\lambda) - n^{P}{}_{m,оболочка}(\lambda)\right]\Lambda, \tag{3}$$

$$\lambda = \left[n_{ядро}(\lambda) - n^{S}{}_{m,оболочка}(\lambda)\right]\Lambda, \tag{4}$$

Приведенные выше уравнения показывают, что длина волны, для которой имеет место наиболее сильная связь моды ядра и оболочек, в случае структур Ex-TFG зависит от показателя преломления ядра и оболочки, и периода решетки Λ. Модальный спектральный отклик LP^{P} и LP^{S} Ex-TFG структуры можно определить с помощью следующего уравнения [15]:

$$\Delta\lambda = \lambda^{LP^{P}} - \lambda^{LP^{S}} = \frac{\Delta n_{оболочка}{}^{S-P}\Lambda}{\Lambda\left(\frac{dn_{оболочка}{}^{P}}{d\lambda} - \frac{dn_{ядро}}{dz}\right)+1}, \tag{5}$$

что, можно написать как:

$$\Delta\lambda = \gamma^{P}\Delta n_{оболочка}{}^{S-P}\Lambda, \tag{6}$$

где γ^{P} - коэффициент, соответствующий данной моде LP^{P} [15], $\Delta n_{оболочка}{}^{S-P}$- разница показателей преломления между модами LP^{P} и LP^{S}. Также обратите внимание, что фактический угол наклона структуры отличается от угла фазовой маски относительно оси волокна. Это связано с цилиндрической природой волокна, которая приводит к тому, что угол наклона световых полос от УФ-лазера будет различным во внутренней и внешней частях волокна [16]. Это влияет на период изогнутой структуры, который также является функцией угла фазовой маски относительно волоконно-оптической оси $\theta_{маска}$, которые мы можем записать в виде $\Lambda_{Ex-TFG} = f\left(\theta_{маска}, n_{|\lambda_{UV}}\right)$. Фактический период, с которым структура будет сохранена, также зависит от фазы фазовой маски. Уравнение для вышеуказанных отношений принимает следующий вид:

$$\Lambda_{Ex-TFG} = \left[\frac{\Lambda_{маска}}{\cos(\theta_{маска})}\right]\cos\left[\frac{\pi}{2} - arc\,tan\left[\frac{1}{n_{|\lambda_{UV}}\tan((\theta_{маска}))}\right]\right], \tag{7}$$

$n_{|\lambda_{UV}}$ является показателем преломления оптического волокна для длины волны УФ-лазера, $\Lambda_{маска}$- это период фазовой маски. На рисунке 2 показана схема системы, в которой были изготовлены структуры НВРБ, включая также Ex-TFG.

На рисунке 3 показано влияние поворота фазовой маски на период создаваемых структур. Были сопоставлены результаты измерений периода, определенные на основе спектральных измерений. Реальный период полученных структур определялся по длине волны Брэгга. Как видно, увеличение угла поворота фазовой маски относительно нормали к оси оптического волокна вызывает относительное уменьшение периода НВРБ. Как упоминалось ранее, это связано с геометрией волокна.

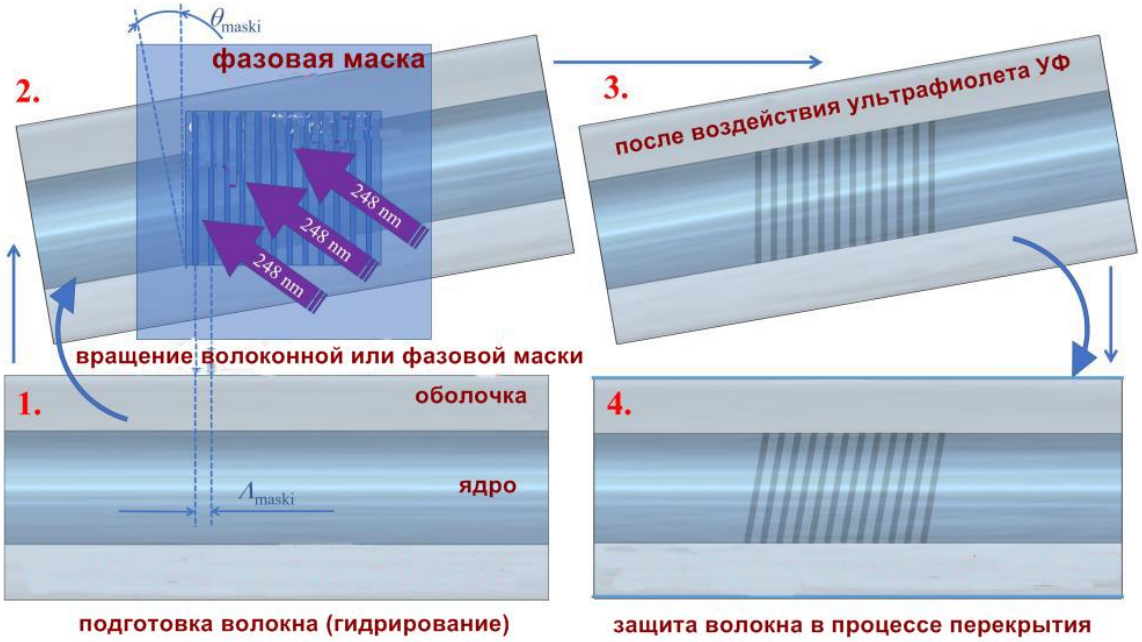


Рис.2. Система, в которой были созданы структуры Ex-TFG с углом поворота фазовой маски и периода маски

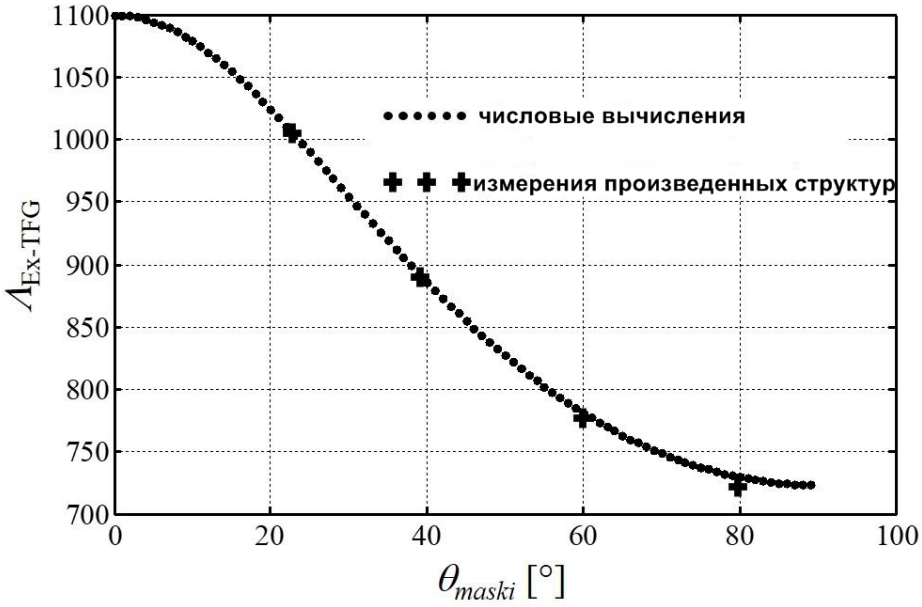


Рис.3. Влияние угла наклона фазовой маски относительно нормали к оси оптического волокна на период создаваемой структуры Ex-TFG

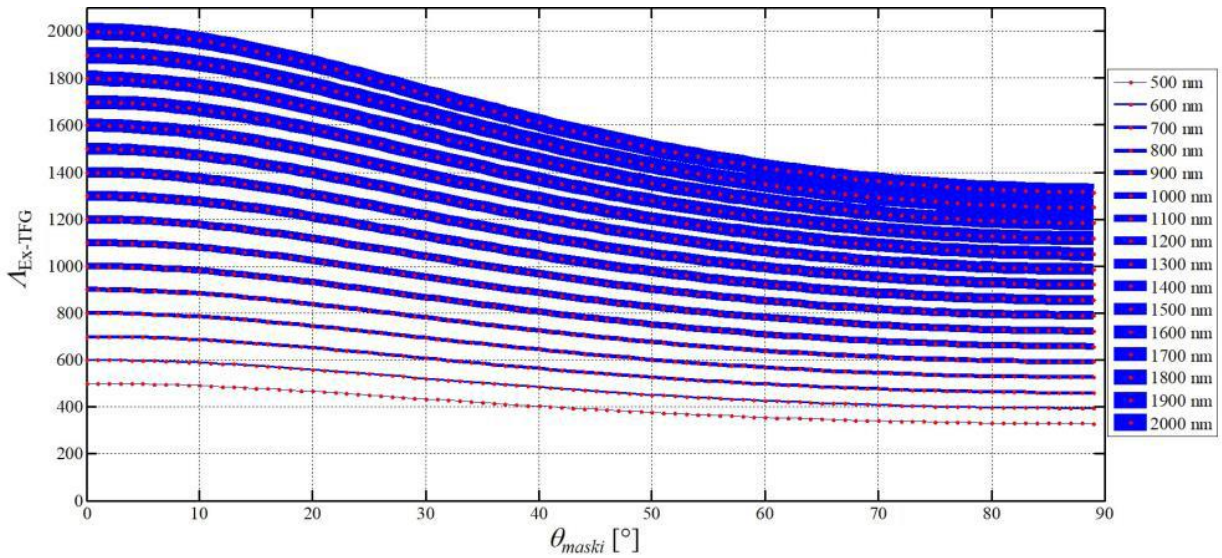


Рис.4. Кривые, показывающие зависимость периода Ex-TFG от угла наклона фазовой маски для различных значений периода маски (500-2000 nm)

При анализе результатов, показанных на рисунке 4, следует отметить, что период полученной структуры НВРБ также зависит от периода используемой фазовой маски. Это довольно очевидный вывод, вытекающий из свойств технологии записи структур НВРБ методом фазовой маски. Тем не менее, представленные результаты также указывают на другое важное свойство. Таким образом, чем больше период фазовой маски, тем больше чувствительность периода создаваемой НВРБ к углу наклона маски. Для больших значений периода маски больше диапазон изменений периода НВРБ в результате изменения угла наклона маски.

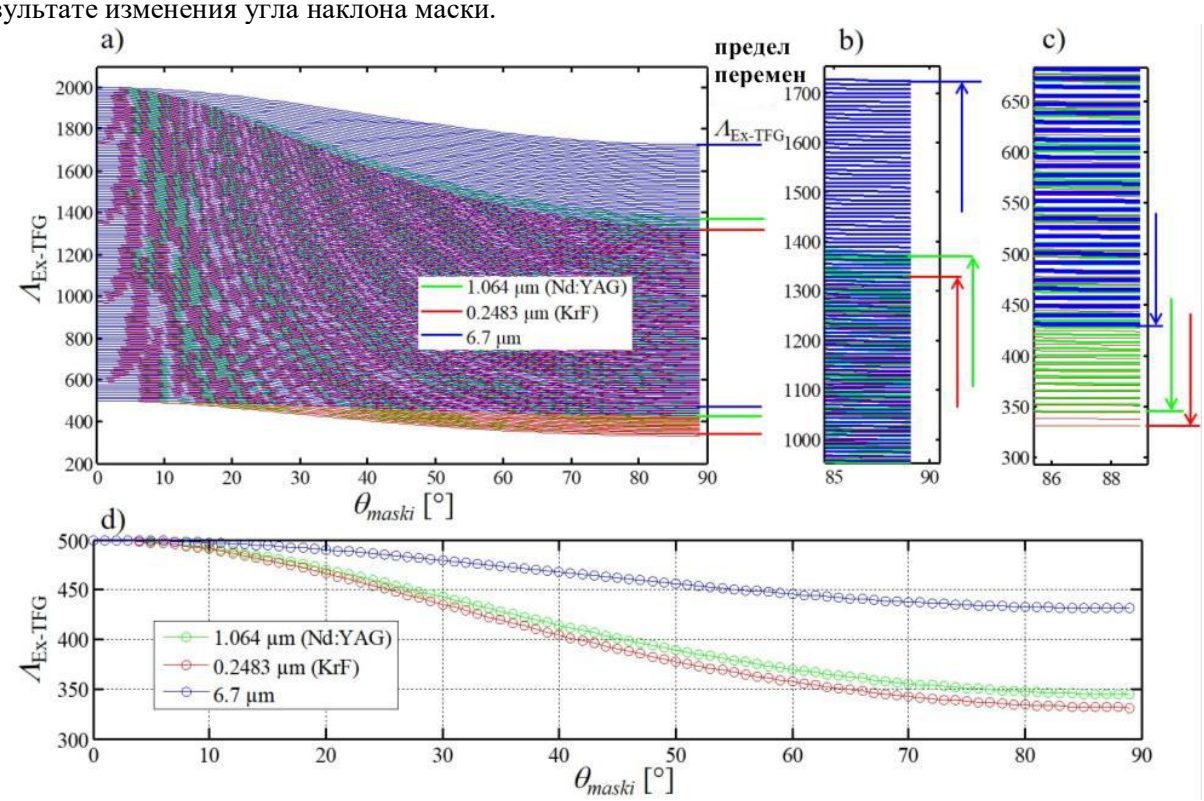


Рис.5. Теоретические значения кривых, показывающие зависимость периода НВРБ от угла наклона фазовой маски для различных значений периода маски, рассчитанных для трех длин волн лазера: 248 nm (UV, KrF), 1,064 μм (Nd: YAG), 6,7 μм (CO)

На рисунке 5 представлены совершенно гипотетические случаи, представляющие как бы изменился период создаваемой структуры НВРБ, если бы вместо эксимерного лазера с длиной волны 248 nm использовать лазерные системы, излучающие свет с другими длинами волн, например 1,064 μm и 10,6 μm. Хотя известны работы, в которых брэгговские структуры создаются с использованием неодимовых лазеров Nd: YAG, запись происходит для гармоники, близкой к УФ-излучению, например, 266 nm, с длительностью импульса 8 nm и энергией, равной 72 μJ (мкДж) [17].

Результаты, представленные на рисунке 5, иллюстрируют и показывают, как будет меняться период создаваемой структуры с изменением длины волны записывающего лазера НВРБ. Объяснение этого явления возможно, если мы повторно рассмотрим уравнение (7). Изменение длины волны падающего света вызывает изменение угла, под которым свет, падающий на фазовую маску, преломляется.

Это связано с различиями в значениях показателя преломления для разных длин волн. Для эксимерного лазера с длиной волны 248 nm показатель преломления составляет около 1,51. Для лазера с длиной волны 1,064 μm показатель преломления для кварцевого стекла составляет около 1,45, в то время как для длины волны 6,7 показатель преломления достигает 1,16. Отметим также, что для угла наклона фазовой маски, равной 0°, все характеристики начинаются и заканчиваются в одной и той же точке, то есть для одинаковых значений периода НВРБ, независимо от длины волны лазера.

Структуры Ex-TFG позволяют получить существенные различия в амплитуде пика по спектральным характеристикам, полученным из поляризованного света, в соответствии с поляризацией типа P и S. Кроме того, в случае неполяризованного света оба минимума по спектральным характеристикам Ex-TFG характеризуются одинаковым значением коэффициента пропускания (рис. 6).

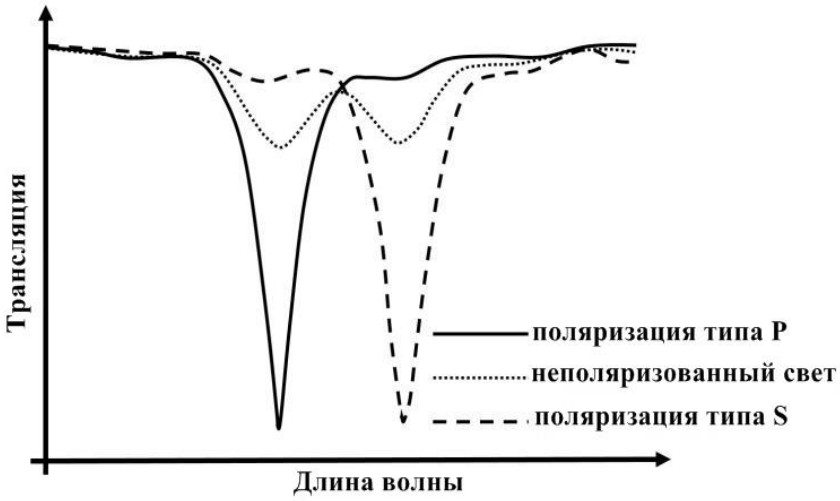


Рис.6. Показательные характеристики передачи Ex-TFG для неполяризованного света, а также для ортогонально поляризованного света

Эти уникальные поляризационные свойства структур Ex-НВРБ (Ex-TFBG) создают новые возможности их использования, например, в качестве рефрактометров [18], датчиков поворота [14], поперечной нагрузки [19] или уровня жидкости [20]. Последние работы касаются также возможности их применения в медицине, например, в качестве датчиков биомаркеров [21-22]. Метрологические свойства при измерениях поляризации света с использованием Ex-НВРБ также могут быть улучшены с использованием покрытия волокон, например, слоем графена [23]. Такие структуры могут найти потенциальные применения в волоконно-оптических модуляторах, волоконных лазерах и биохимических датчиках. Далее в работе представлены не -Ex-TFG структуры с модуляцией показателя преломления, наклоненной относительно оси оптического волокна.

Наклонные решетки Муара (НМВРБ)

Интересные свойства могут быть получены с помощью структур, являющихся суперпозицией нескольких брэгговских решеток, записанных в одном и том же месте в волоконно-оптической сердцевине. Такие структуры называются волоконные решетки Муара. Чаще всего отдельные решетки отличаются, например, периодами [24].

В отличие от всех наклонных решеток, представленных в этой работе, НМВРБ (англ.: tilted Moiré fiber Bragg gratings-наклонные брэгговские решетки из муарового волокна) являются единственными структурами, которые не были изготовлены для целей данного исследования, основное внимание было уделено представлению их структуры и основных параметров, которые отличают их от других наклонных структур. Пример структуры Муара, состоящей из решетки ВРБ и НВРБ, и способ ее изготовления показан на рисунке 7.

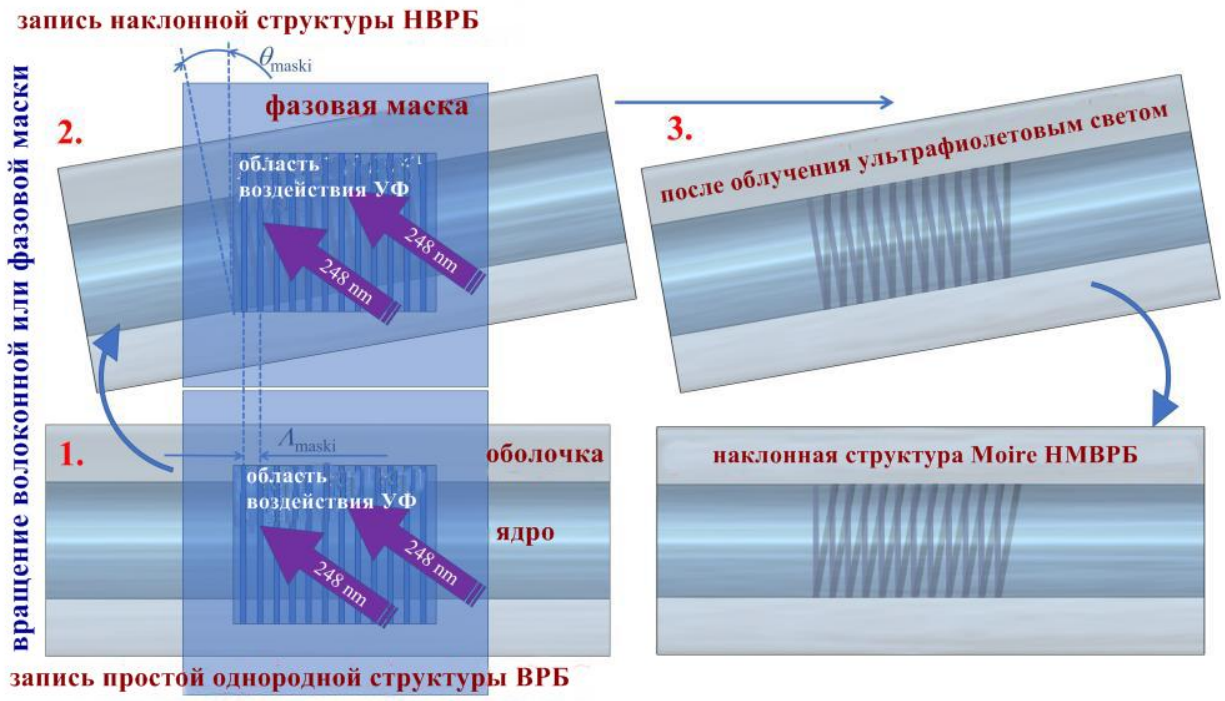
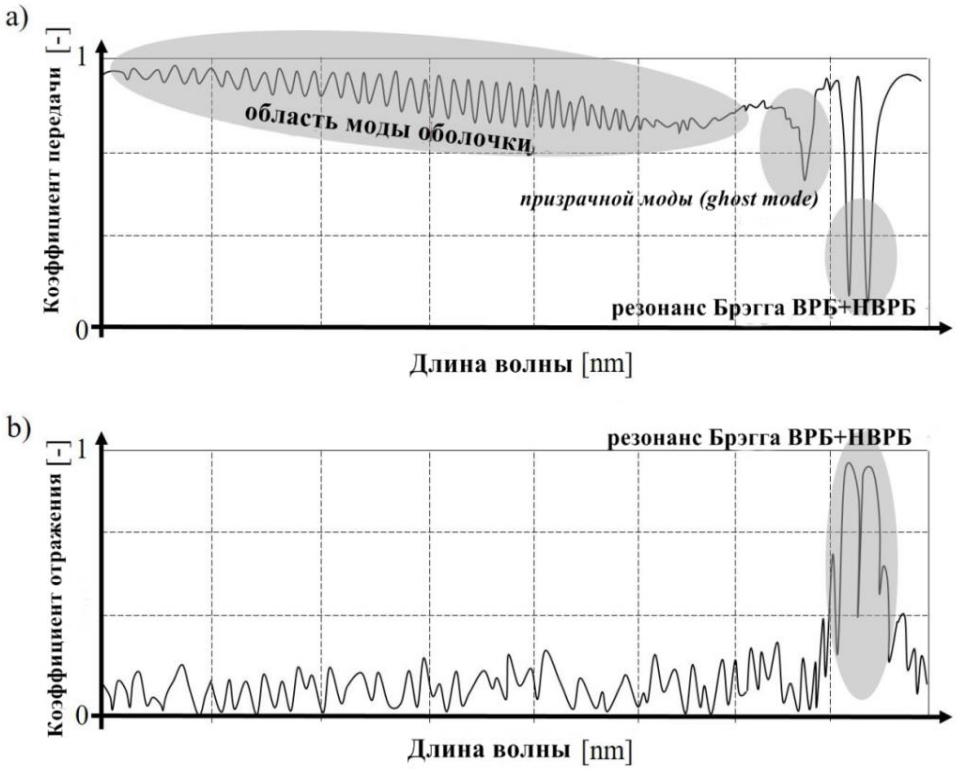


Рис. 7. Один из возможных способов записи структур НМВРБ

Спектральные характеристики структур НМВРБ содержат как минимум, полученный от простой структуры ВРБ, так и число минимумов, полученных из оболочечных мод НВРБ, распространение которых зависит от окружающей среды, такие структуры могут быть использованы для измерения двух физических величин одновременно. В этом случае датчик состоит из одной измерительной головки, содержащей структуры ВРБ и НВРБ, и может быть использованы, например, для измерения температуры и показателя преломления химических или биомедицинских растворов.

Структуры Муара также являются альтернативой явлению электромагнитно-индуцированной прозрачности EIT (англ. electromagnetically induced transparency- электромагнитно-индуцированная прозрачность) [25]. Однако решетки этого типа чаще всего используются в качестве датчиков для одновременного измерения двух физических величин [26]. На рисунке 8 показаны спектральные характеристики таких структур.



а) характеристики передачи, б) отражательная характеристика

Рис .8. Спектральные характеристики структур НМВРБ

Характерно, например, наличие двух минимумов на характеристике передачи, которым соответствуют два максимума на характеристике отражения. Они связаны с отражением Брэгга в решетке ВРБ и основным резонансом (также Брэгговским), возникающим в структуре НВРБ. Также возможно выбрать периоды структур ВРБ и НВРБ так, чтобы их длины волн Брэгга были равны. Это значительно улучшит брэгговское отражение в структуре НВРБ по сравнению с системой, в которой на волокне будет записываться только структура НВРБ.

Такое усиление отражения Брэгга, например, желательны при использовании датчика для одновременного измерения температуры и второй, другой физической величины.

Положение основного пика (Брэгга) затем рассматривается как эталонное и может использоваться для получения информации о температуре, при которой выполняется измерение. Запись НМВРБ в соответствии с процедурой, показанной на рисунке 7, приводит к возникновению двух периодических структур одинакового периода, причем один из них наклонен относительно оси волокна под определенным углом.

Это приводит к так называемому резонансному эффекту Муара [27]. Модуляция показателя преломления в такой структуре описывается следующим образом уравнением:

$$\Delta n(z) = \Delta n_0[2 + 2\sin(2\pi z/\Lambda_1)\cos(2\pi z/\Lambda_2)], \quad (8)$$

где Δn_0 является разностью составляющих констант показателя преломления, т.е. разница между значением n_0, соответствующим волокну без НМВРБ и значением n_0, соответствующим волокну с записанной структурой НМВРБ. В уравнении (8) периоды Λ_1 и Λ_2 описывают следующие уравнения:

$$\Lambda_1 = 2\frac{\Lambda_{FBG}\cdot\Lambda_{TFBG}}{\Lambda_{FBG}+\Lambda_{TFBG}} \quad (9)$$

и

$$\Lambda_1 = 2\frac{\Lambda_{FBG}\cdot\Lambda_{TFBG}}{\Lambda_{FBG}-\Lambda_{TFBG}}. \quad (10)$$

Таким образом, для структур НМВРБ существуют две компоненты модуляции показателя преломления, связанные с существованием простой и наклонной периодической структуры. Эти компоненты описываются следующими уравнениями:

$$\Delta n_{FBG}(z) = 1 + sin\left(z\frac{2\pi}{\Lambda_{FBG}}\right) \quad (11)$$

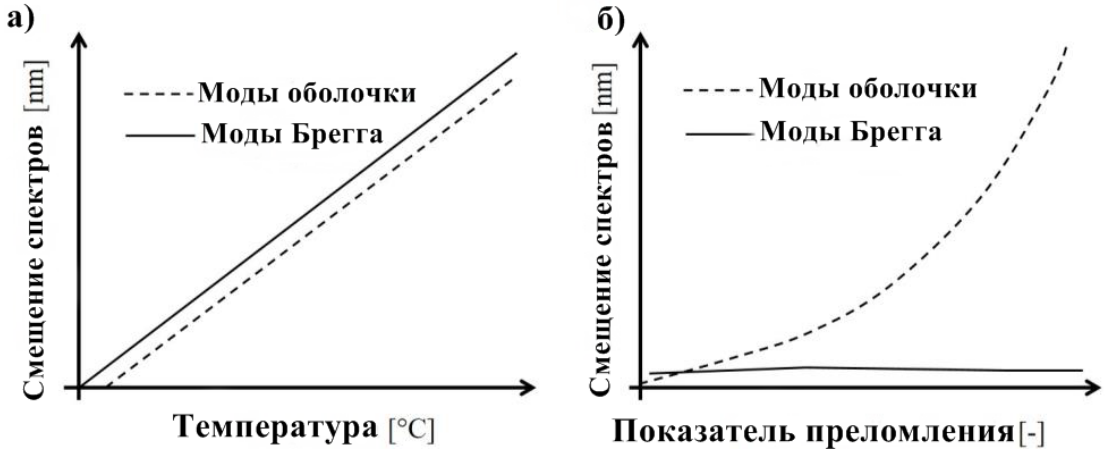
и

$$\Delta n_{TFBG}(z) = 1 + sin\left(z\frac{2\pi}{\Lambda_{TFBG}}\right) \quad (12)$$

при этом взаимосвязь между периодами структур ВРБ и НВРБ выглядит следующим образом:

$$\Lambda_{TFBG} = \frac{\Lambda_{FBG}}{cos\theta}. \quad (13)$$

Знание вышеуказанных зависимостей (8)–(13) позволяет точно контролировать записи структур НМВРБ. На рисунке 9 показана форма характеристик обработки датчика температуры и показателя преломления с использованием НМВРБ в качестве преобразователя этих двух величин.



а) температура, б) показатель преломления

Рис 9. Иллюстративные характеристики обработки НМВРБ:

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Встречающиеся различия спектрального сдвига под влиянием коэффициента преломления света, соответствующих главному резонансу Брэгга и резонансы, исходящие из оболочечных мод, позволяют проводить параллельно измерение температуры и показателя преломления. Изменения длины волны оболочечных мод и основных мод в случае изменения показателя преломления дают возможность различать эти две величины.

Представлены структуры с очень большими углами наклона плоскостей, так называемые чрезмерно наклонные волоконные решетки, также решетки, перезаписанные на одном волокне, так называемые решетки Муара, смешанные структуры, например НВРБ с переменным периодом. Предложены возможные пути развития рассмотренных периодических структур, определены их преимущества и применения.

Экспериментальные исследования проводились в лабораториях Оптоэлектроники факультета электротехники и компьютерных наук Люблинского технического университета в рамках проекта ГФ №AP05132778 «Исследование и разработка системы интеррогации сигналов с оптоволоконным рефрактометром с использованием телекоммуникационных сетей» ИИВТ КН МОН РК.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Miao Y., Liu B., Zhang H., Li Y., Zhou H., Sun H., Zhang W., Zhao Q., Relative Humidity Sensor Based on Tilted Fiber Bragg Grating With Polyvinyl Alcohol Coating. IEEE Photonics Technology Letters 21(7), 441-443 (2009). doi: 10.1109/LPT.2009.2013185

[2] Gu B., Qi W., Zhou Y., Wu Zhifang, Shum P. P., Luan F., Reflective liquid level sensor based on modes conversion in thin-core fiber incorporating tilted fiber Bragg grating, Optics Express 22(10), 11834- 11839 (2014). doi: 10.1364/OE.22.011834

[3] Jiang Q., Hu D., Yang M., Simultaneous measurement of liquid level and surrounding refractive index using tilted fiber Bragg grating, Sensors and Actuators A: Physical 170(1-2), 62-65 (2011). doi: 10.1016/j.sna.2011.06.001

[4] An J. L., Liu T., Ji Y. G., Fiber optic vibration sensor based on the tilted fiber bragg grating. Advances in Materials Science and Engineering 2013, 346-349 (2013). doi: 10.1155/2013/545013

[5] Huang Y., Guo T., Lu Ch., Tam H.-Y., VCSEL-Based Tilted Fiber Grating Vibration Sensing System. IEEE Photonics Technology Letters 22(16), 1235-1237 (2010). doi: 10.1109/LPT.2010.2052797

[6] Guo T., Shao L., Tam H.-Y., Peter K. A., Albert Jacques, Tilted fiber grating accelerometer incorporating an abrupt biconical taper for cladding to core recoupling, Optics Express 17(23), 20651-20660 (2008). doi: 10.1364/OE.17.020651

[7] Allsop T., Neal R., Rehman S., Webb D. J., Mapps D., Bennion I., Characterization of infrared surface plasmon resonances generated from a fiber-optical sensor utilizing tilted Bragg gratings. Journal of the Optical Society of America B 25(4), 481-490 (2008). doi: 10.1364/JOSAB.25.000481

[8] Islam M. R., Bagherifaez M., Ali M. M., Chai H. K., Lim K., Ahmad H., Tilted Fiber Bragg Grating Sensors for Reinforcement Corrosion Measurement in Marine Concrete Structure, in IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement 64(12), 3510-3516 (2015). doi: 10.1109/TIM.2015.2459511

[9] Lépinay S., Ianoul A., Albert J., Molecular imprinted polymer-coated optical fiber sensor for the identification of low molecular weight molecules. Talanta 128, 401-407 (2014). doi: 10.1016/j.talanta.2014.04.037

[10] Yan Z., Zhou K., Zhang L., In-fiber linear polarizer based on UVinscribed 45° tilted grating in polarization maintaining fiber. Optics Letters 37(18), 3819-3821 (2012). doi: 10.1364/OL.37.003819

[11] Zhou K., Simpson G., Chen X., Zhang L., Bennion I., High extinction ratio in-fiber polarizers based on 45° tilted fiber Bragg gratings. Optics Letters 30(11), 1285-1287 (2005). doi: 10.1364/OL.30.001285

[12] Zou Ch., Wang T., Yan Z., Huang Q., AlAraimi M., Rozhin A., Mou Ch., Wavelength-tunable passively mode-locked Erbiumdoped fiber laser based on carbon nanotube and a 45° tilted fiber grating. Optics Communications 406, 151-157 (2018). doi: 10.1016/j.optcom.2017.06.006

[13] Zhou K., Zhang L., Chen X., Bennion I., Optic sensors of high refractive-index responsivity and low thermal cross sensitivity that use fiber Bragg gratings of >80° tilted structures. Optics Letters 31(9), 1193- 1195 (2006). doi: 10.1364/OL.31.001193

[14] Chen X., Zhou K., Zhang L., Bennion I., In-Fiber Twist Sensor Based on a Fiber Bragg Grating With 81º Tilted Structure. IEEE Photonics Technology Letters 18(24), 2596-2598. doi: 10.1109/LPT.2006.887371

[15] MacDougall T. W., Pilevar S., Haggans Ch. W., Jackson M. A., Generalized Expression for the Growth of Long Period Gratings. IEEE Photonics Technology Letters 10(10), 1449- 1451 (1998). doi: 10.1109/68.720290

[16] Mihailov S. J., Walker R. B., Lu P., Ding H., Dai X., Smelser C., Chen L., UV-induced polarisation-dependent loss (PDL) in tilted fibre Bragg gratings: application of a PDL equalizer. IEE Proceedings - Oploelectronics 148(5/6), 211-216 (2002). doi 10.1049/ip-opt:20020669

[17] Pereira L., Min R., Hu X., Caucheteur Ch., Bang O., Ortega B., Marques C., Antunes P., Pinto J. L., Polymer optical fiber Bragg grating inscription with a single Nd:YAG laser pulse. Optics Express 26(14), 18096-18104 (2018). doi: 10.1364/OE.26.018096

[18] Yan Z., Mou Ch., Sun Z., Zhou K., Wang H., Wang Y., Zhao W., Zhang L., Hybrid tilted fiber grating based refractive index and liquid level sensing system. Optics Communications 351, 144-148 (2015). doi: 10.1016/j.optcom.2015.04.038

[19] Suo R., Chen X., Zhou K., Zhang L., Bennion I., In-fibre directional transverse loading sensor based on excessively tilted fibre Bragg gratings. Measurement Science and Technology 20, 1-6 (2009). doi: 10.1088/0957-0233/20/3/034015

[20] Morand A., Phan-Huy K., Desieres Y., Benech P., Analytical Study of the Microdisk's Resonant Modes Coupling With a Waveguide Based on the Perturbation Theory. Journal of Lightwave Technology 22(3), 827- 832 (2004). doi: 10.1109/JLT.2004.824528

[21] Luo B., Wu S., Zhang Z., Zou W., Shi S., Zhao M., Zhong N., Liu Y., Xue Z., Wang L., Chai W., Hu Ch., Zhang L., Biomedical Optics Express 8(1), 57-67 (2017). doi: 10.1364/BOE.8.000057

[22] Luo B., Wu S., Zou W., Zhang Z., Zhao M., Shi S., Liu Y., Xi X., Zeng Z., Liang W., Yan Z., Zhang L., Label-free immuneassay for porcine circovirus type 2 based on excessively tilted fiber grating modified with staphylococcal protein A. Biosensors and Bioelectronics 86, 1054-1060 (2016). doi: 10.1016/j.bios.2016.07.100

[23] Jiang B., Yin G., Zhou K., Wang Ch., Gan X., Zhao J., Zhang L., Graphene-induced unique polarization tuning properties of excessively tilted fiber grating. Optics Letters 41(23), 5450-5453 (2016). doi: 10.1364/OL.41.005450

[24] Min R., Marques C., Bangc O., Ortega B., Moiré phase-shifted fiber Bragg gratings in polymer optical fibers. Optical Fiber Technology 41, 78-81 (2018). doi: 10.1016/j.yofte.2018.01.003

[25] Khurgin J. B., Light slowing down in Moiré fiber gratings and its implications for nonlinear optics. Physical Review A 62, 013821-1- 013821-4 (2000). doi: 10.1103/PhysRevA.62.013821

[26] Wong A. C. L., Giovinazzo M., Tam H.-Y., Lu Ch., Peng G.-D., Single Tilted Moiré Fiber Bragg Grating for Simultaneous Measurement of Refractive Index and Temperature. Asia Communications and Photonics Conference and Exhibition 210-211 (2010). doi: 10.1109/ACP.2010.5682761

[27] Reid D. C. J., Ragdale C. M., Bennion I., Buus J., Stewart W. J., Phaseshifted Moire grating fibre resonators. Electronics Letters 26(1), 10-12 (1990). doi: 10.1049/el:19900007

Кисала П., Калижанова А.У., Козбакова А.Х., Едилхан Д., Айткулов Ж.С., Оразбеков Ж.

Экспериментально-модельные исследования системы интеррогации.

Аннотация. В статье рассматриваются недавно предложенные типы периодических структур на основе наклонных волоконных решетках Брэгга (НВРБ). Из множества новых типов периодических структур, разрабатываемых в настоящее время, были выбраны те, параметры и свойства которых кажутся наиболее перспективными. Были представлены направления развития таких структур и их преимущества и недостатки по сравнению с описанными ранее НВРБ. Приведены результаты экспериментально-модельных исследований и их возможных применений.

Ключевые слова: Ex-TFG, система опроса, датчик, сигнал, наклонная волоконная решетка Брэгга.

Кисала П., Калижанова А.У., Козбакова А.Х., Едилхан Д., Айткулов Ж.С., Оразбеков Ж.

Интеррогация жүйесін тәжірибелік-модельдік түрде зерттеу.

Аңдатпа. Мақалада Брэгтің көлбеу талшықты торы (БКТТ) негізіндегі периодтық құрылымдарының жақында ұсынылған типтері қарастырылады. Қазіргі кезде құрылған периодтық құрылымдарының жаңа типтерінің жиынынан болашағы бар деп саналатын қасиеттері мен параметрлері таңдап алынды. Осындай құрылымды дамыту бағыты ұсынылды және олардың осыдан бұрын сипатталған БКТТ-мен салыстырғандағы артықшылықтары және кемшіліктері көрсетілді. Тәжірибелік-модельдік түрдегі зерттеулер нәтижелері келтірілді.

Кілттік сөздер: Ex-TFG, сұрау жүйесі, датчик, сигнал, Брэгтің көлбеу талшықты торы.

UDK 004.9

[1,2] A.U. Kalizhanova, [2] A.A. Shaikulova, [1,3] A.Kh. Kozbakova, [1,2] Zh.S. Aitkulov, [1,4]D. Yedilkhan, [1,5]Zh. Orazbekov

([1]Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK, Almaty
[2]Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty
[3]Almaty University of Technology, Almaty
[4]Astana IT-University, Nur-Sultan, Kazakhstan
[5]Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan
e-mail: kalizhanova_aliya@mail.ru)

ASSESSMENT OF THE QUALITY OF THE INTERROGATION SYSTEM, TAKING INTO ACCOUNT PHYSICAL, ENVIRONMENTAL, ECONOMIC AND SOCIAL FACTORS

Abstract. The paper considers issues of technical support for the environmental safety of geographically distributed systems for the storage of hazardous substances. The analysis and assessment of the quality of the functioning of the system of interrogation of signals using fiber-optic sensors based on Bragg fiber gratings, taking into account physical, environmental, economic and social factors. The proposed system can be used in the design of various technical systems for storing hazardous substances, for systems for protecting the perimeter of storage areas and is aimed at solving environmental safety issues during their operation. The use of fiber-optic sensors and methods for their polyharmonic sounding in monitoring channels allow effective monitoring of the environmental situation, storage of hazardous substances and protection of the perimeters of the storage area.

Key words: geographically distributed storage systems, hazardous substances, environmental safety, technical support, fiber Bragg gratings, temperature and pressure measurement, multicomponent fiber-optical IR gas analyzer.

[1,2] А.У. Калижанова, [2] А.А .Шайкулова, [1,3] А.Х. Козбакова, [1,2] Ж.С. Айткулов,
[4] Д. Едилхан, [1,5]Ж. Оразбеков
([1]Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты ҚР БҒМ ҒК
[2]Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы, Қазақстан
[3]Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан
[4]Астана IT-университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
[5]Абай атындағы Қазақ ұлттық педогогикалық университет, Алматы, Қазақстан
e-mail: kalizhanova_aliya@mail.ru)

ФИЗИКАЛЫҚ, ЭКОЛОГИЯЛЫҚ-ГЕОГРАФИЯЛЫҚ, ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ӘЛЕУМЕТТІК ФАКТОРЛАРДЫ ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, ИНТЕРРОГАЦИЯ ЖҮЙЕСІНІҢ САПАСЫН БАҒАЛАУ

Аңдатпа: Жұмыста қауіпті заттарды сақтаудың аймақтық үлестірілген жүйелерінің экологиялық қауіпсіздігін техникалық қамтамасыз ету мәселелері қарастырылады. Физикалық, экологиялық-географиялық, экономикалық және әлеуметтік факторларды ескере отырып, талшықты Брэг торы негізінде оптикалық-талшықты датчиктері қолданумен сигналдарды интеррогациялау жүйелерінің жұмысының сапасына бағалау және талдау жүргізілді. Ұсынылған жүйе сақтау аймақтарының периметрін қорғау жүйесі үшін қауіпті заттарды сақтаудың әртүрлі техникалық жүйелерін жобалау кезінде қолданылуы мүмкін және оларды пайдалану кезінде экологиялық қауіпсіздік мәселелерін шешуге бағытталған. Бақылау арналарында оптикалық-талшықты датчиктер мен олардың полигармоникалық зонттау әдістерін қолдану экологиялық-географиялық жағдайды, зиянды заттардың сақталу параметрлерін және сақтау аймағының периметрлерін қорғауды тиімді бақылауға мүмкіндік береді.

Кілттік сөздер: аумақтық үлестірілген сақтау жүйелері, қауіпті заттар, экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз ету, техникалық қамтамасыз ету, Брэгг талшықты торлары, температура мен қысымды өлшеу, газдардың көп компонентті талшықты-оптикалық ИК-анализаторы.

КІРІСПЕ

Экологиялық-географиялық мониторинг объектіні орналастыру ауданындағы қоршаған табиғи ортаның жай-күйін, сондай-ақ сақтау объектілерінің жай-күйін ұзақ мерзімді және жедел бақылау, бағалау және болжау жүйесін білдіреді. Аспаптық бақылаудың негізгі міндеті сақтау аймағындағы экологиялық-географиялық жүктемелер көздерін анықтау және тіркеу болып табылады. Бұдан басқа, экологиялық-географиялық мониторинг құралдары объектілердегі технологиялық тәртіптің жай-күйін, техникалық жүйелер мен табиғат қорғау құрылғыларының жарамдылығын жанама бақылауға мүмкіндік береді, өйткені оларды пайдалану режимдеріндегі барлық бұзылыстар қоршаған табиғи ортаға әсер етеді [1-3].

Аспаптық экологиялық-географиялық мониторингтің тиімділігі объектілерді ластанудың кең спектрін анықтауға және өлшеуге, оңтайлы маршруттар мен бақылау орындарын таңдауға, қоршаған орта объектілерінің сынамаларын іріктеуге, объектінің позициялық ауданындағы экологиялық жағдайды уақтылы бағалауға және оның нәтижелерін тиісті басшылыққа дейін жеткізуге мүмкіндік беретін қазіргі заманғы құралдармен қамтамасыз ету жолымен артуы мүмкін.

Осы жұмыста қазіргі заманғы оптикалық-талшықты технологиялар негізінде құрылған қауіпті заттарды сақтаудың аумақтық үлестірілген жүйелерінің экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз етудің интеграцияланған жүйесінің (ЭҚҚЕИЖ) автоматтандырылған жұмыс орнын (АЖО) аспаптық бақылау жүйесін (АБЖ) техникалық қамтамасыз ету қарастырылды [4-8].

Қауіпті заттарды сақтау кезінде аспаптық экологиялық-географиялық мониторинг жүйесіне қойылатын талаптар. Қойылған міндеттерді шешу үшін қауіпті заттарды сақтау кезінде аспаптық экологиялық-географиялық мониторинг жүйесі:

– барлық негізгі объектілерді қамту;

– объектілердің күнделікті қызметімен және төтенше жағдайларға байланысты теріс экологиялық-географиялық факторлар мен факторлардың барлық түрлерінің қарқындылығын анықтау және өлшеу;

– экологиялық-географиялық жүктемелердің пайда болуы туралы ақпаратты аз уақытта жеткізу және қызмет басшысының экологиялық залалдың алдын алуға дер кезінде шешім қабылдауын қамтамасыз ету.

Қоршаған табиғи орта сапасының параметрлерін және сақтау параметрлерін өлшеу қателігі әлсіз, күшті және өте күшті экологиялық қолайсыз және технологиялық факторларды тану қажеттілігімен анықталады және әсер етудің әрбір түрі бойынша бір шекті жол берілетін мәннен аспауы тиіс.

Мониторинг жүйесінің негізі экологиялық-географиялық бақылау бекеттері (стационарлық және жылжымалы); Жергілікті желілерге және бекеттерден ақпаратты өңдейтін режимдік емес басқару арналарына ұштасқан АЖО; байланыс және басқару желілері болып табылады.

Экологиялық-географиялық мониторингтің техникалық құралдары әртүрлі. Олардың қатарына байланыс және қашықтықтан өлшеу құралдары кіреді. Экологиялық-географиялық мониторингтің байланыс құралдары экологиялық қауіптіліктің жеке көздерін және қоршаған табиғи ортаның жергілікті ластануын анықтауға арналған. Олар қоймаларда сақтау параметрлерін тұрақты бақылауды болжайды. Қашықтан әрекет ету құралдары жалпы объектінің позициялық ауданын немесе оның жекелеген бөлігін бақылау сияқты мониторинг тәсілдерін іске асырады, олар теріс экологиялық жүктемелердің пайда болу фактісі мен ауқымын дұрыс анықтауға мүмкіндік береді. Атмосфераның қашықтықтан мониторингінің белсенді спектрлік-оптикалық әдістері атмосфера арқылы лазердің сәулеленуінен өту кезінде пайда болатын жұтылу, шашырау және флуоресценция процестерін пайдалануға негізделген.

Экологиялық-географиялық мониторингтің қашықтықтан әрекет ету және байланыс құралдарын бірыңғай жүйеге біріктіру сақтау объектісінде экологиялық қауіпсіздікті бағалау үшін қажетті ақпаратты алудың жеделдігін және анықтығын арттыруға мүмкіндік береді. Қашықтықтан әрекет ететін және контактілі сияқты барлық әдістер оптикалық- талшықты датчиктерде (ТОД), оның ішінде Брэггг (БТТ) талшықты торларында іске асырылуы тиіс [9-12]. Қауіпті заттарды сақтау кезінде АЖО-ның техникалық қамтамасыз ету құрамында сақтау аймағында тұтануды тудыруы мүмкін (датчиктерді қоса алғанда) құралдарды қолдануға жол берілмейді [4].

Оптикалық-талшықты технологиялар негізіндегі ЭҚҚЕИЖ АЖО АБЖ құрылымдық сұлбасы. ЭҚҚЕИЖ АЖО АБЖ экологтың дербес компьютеріне экологиялық -географиялық параметрлерді аспаптық бақылау датчиктері жүйесін, сақталатын объектілерге қызмет көрсету параметрлерін және периметрді қорғау параметрлерін қосу мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Жүйеде барлығы экологиялық-географиялық датчиктер К арналары, периметрді қорғау датчиктерінің L арналары және сақталатын объектілерге қызмет көрсетуді бақылаудың N арналары ұйымдастырылуы мүмкін.

Экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етудің интеграцияланған жүйесі кезекшіге келесі ақпаратты автоматты түрде шығаруға мүмкіндік береді:

– датчиктің сұрау күні мен уақыты;

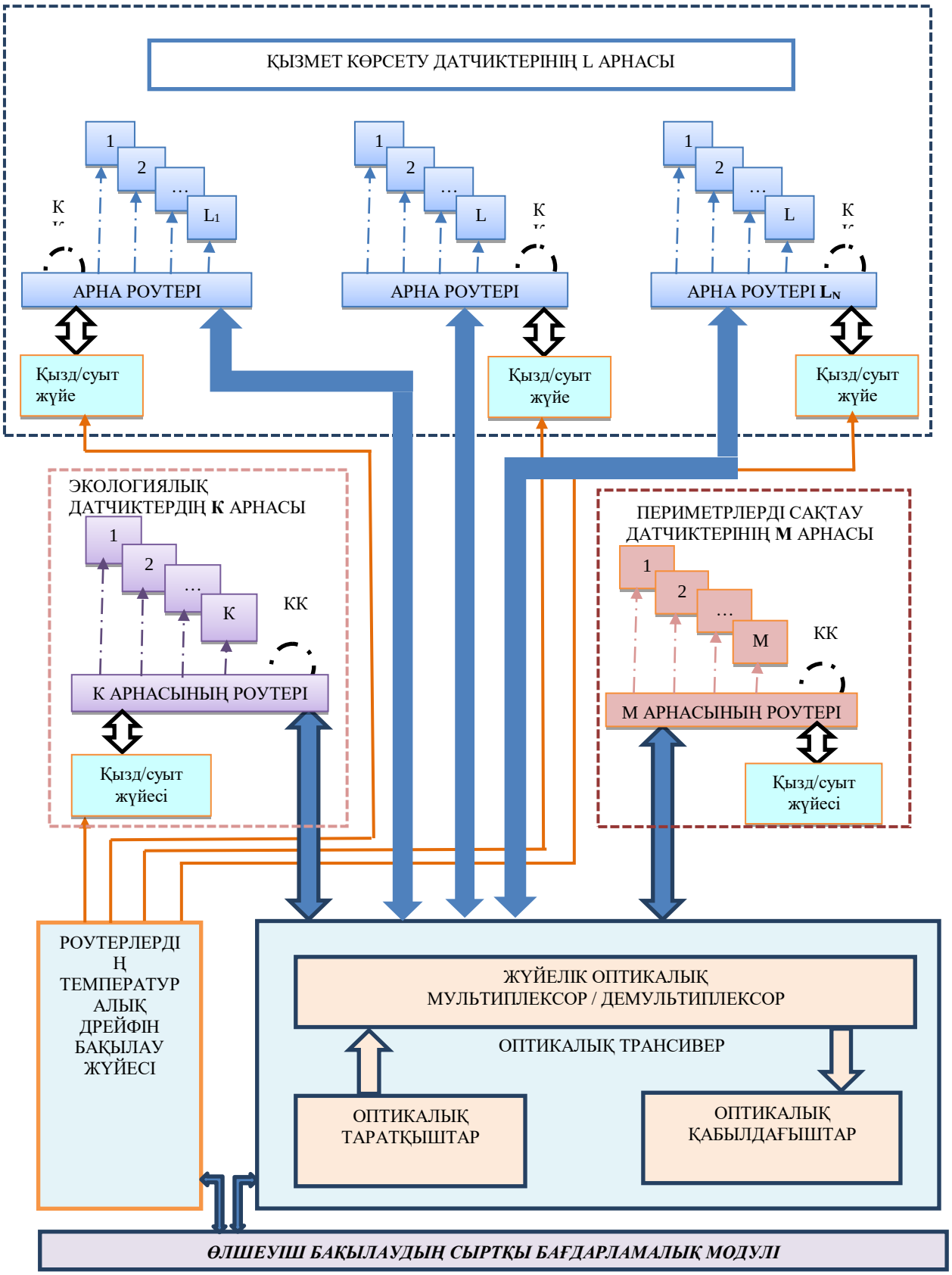
– объектінің жоспарындағы датчиктің графикалық орны;

– бұзылысты тіркеген техникалық күзет құралы (датчик); г) сигнал түрі (дабыл, ақаулық және т. б.)

– бұзылған географиялық-аймақтағы телекамерадан түсірілген бейне сурет. ЭҚҚЕИЖ АЖО АБЖ құрылымдық сұлбасы –суретте көрсетілген.

АБЖ программалық-есептеу деңгейі өлшеуіш бақылаудың сыртқы модулімен ұсынылған. Модульдің программалық қамтамасы аспаптық бақылау деректерін жинау мен өңдеуді және өлшеу процесін басқаруды қамтамасыз етеді. АБЖ физикалық деңгейі сақтау объектілеріне қызмет көрсету датчиктерімен (L арнасы), экологиялық-географиялық жағдайды бақылау датчиктерімен (К арнасы), периметрді қорғау датчиктерімен (М арнасы) ұсынылған. Датчиктер саны жүйенің талаптарымен анықталады және бір жағынан арналар саны бойынша спектралды тығыздауды қамтитын (ОТЖЖ-СТ) оптикалық-талшықты жүйелер технологиясының мүмкіндіктерімен, ал екінші жағынан жоғары дәлдікпен жүйенің оптикалық таратқыштардың спектралды сипаттамаларының температуралық дрейфтерін, датчиктерді, сүзгілерді, мысалы, олардың орталық жиілігін бақылау қабілетімен шектеледі.

АБЖ транспорттық деңгейі олардың ішінде СТ-ТОЖ байланыстың оптикалық арналарымен жабдықталған оптикалық талшықтармен ұсынылған, олар оптикалық таратқыштар мен қабылдағыштар арасындағы байланысты жүйелік оптикалық мультиплексор/демультиплексор және роутерлер арқылы қамтамасыз етеді, сондай-ақ арналарды енгізу/шығарудың таңдамалы элементтерін қамтиды. Көрсетілген арналар симплексті және/немесе дуплексті сұлбалар бойынша құрылуы мүмкін. Әрбір арнадағы зондирлеуші сигналдардың сипаты нақты ТОД арқылы өлшенетін физикалық өрістің типімен анықталады.



1-сурет. Экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етудің интеграцияланған жүйесінің (ЭҚҚЕИЖ) автоматтандырылған жұмыс орнын (АЖО) аспаптық бақылау жүйесінің (АБЖ) құрылымдық схемасы

ТОД көмегімен температураны, қысымды, ылғалдылықты өлшеу технологиялары (оларға қойылатын талаптар [4]-те қамтылған), оларды зондтаудың полигармониялық әдістерінің көмегімен іске асырылуы мүмкін, олар кеңжолақты оптикалық спектралды талдау әдістерінен немесе сканерлеу әдістерінен тиімді ерекшеленеді [13-16]. Газды талдау міндеттері талшықты-оптикалық технологиялар көмегімен шешілуі мүмкін [17-18]. Оларды толығырақ қарастырайық.

Температура мен қысымды өлшеу. БТТ физикалық қасиеттері оларды температура немесе деформация (қысым) ТОД ретінде пайдалануға мүмкіндік береді. Оптикалық талшық арқылы үздіксіз спектрі бар лазерлік сәулеленуді өткізу кезінде оның бір бөлігі БТТ толқынының орталық ұзындығына сәйкес келетін толқын ұзындығына бейнеленеді. БТТ-ға температуралық және механикалық әсер ету (созылу немесе сығылу) БТТ түйіндері арасындағы аралықтың өзгеруіне әкеледі, сәйкесінше, БТТ сәулеленуден шағылысқан толқынның ұзындығы өзгереді. Шағылысқан сәулелену толқынының ұзындығын өзгерту бойынша температура шамасы, бағыты және деформация шамасы туралы айтуға болады.

БТТ кезеңінің шамасы (немесе шағылысқан сигнал толқынының орталық ұзындығы) қалың емес күйдегі БТТ құру сәтінде қойылатын басты сипаттама болып табылады. Толқынның орталық ұзындығының абсолюттік шамасы үлкен мәнге ие емес, толқынның орталық ұзындығының жай-күйіне қатысты өзгерісі ғана маңызды болып табылады. Осылайша, жүйеде БТТ негізінде бірден бірнеше датчиктер қолданылуы мүмкін. Оларға басты талап барлық диапазондағы шағылысқан сигналдардың орталық толқындарының қиылыспайтын диапазондары болмақ.

Температура мен қысымның біріктірілген датчиктерін пайдалану тиімді екендігі белгілі болды [19-20]. Оның себебі қысым датчигінің сыртқы температурасы сол қысым датчигіндегі толқынның орталық ұзындығының ығысуына әсер етеді. Қысым датчигінің орталық толқын ұзындығының температуралық орнын толтыру үшін" қысым датчигі және температура датчигінен" тұратын біріктірілген жүйені қарастыру қажет. "Қысым датчигі және температура датчигі" жұбында екі датчиктің сыртқы температурасы бірдей деп болжанады.

Бұл жұптағы температура датчигі тәуелсіз, ал қысым датчигінің көрсеткіштері температура көрсеткіштерін ескере отырып түзетіледі.

Температура мен қысымның біріктірілген датчигінің конструкциясын жасағаннан кейін, температура мен қысымның нақты мәнін көрсету үшін біріктірілген температура мен қысым датчигінің калибрлеу міндеті сөзсіз пайда болады, ол олардың құрылымына кіретін Брэгга оптикалық-талшықты торларындағы толқындардың орталық ұзындығының өзгеруін көрсетіп қана қоймай, температура мен қысымның нақты мәндерін де көрсетеді.

Температура мен қысымның барлық датчиктерін калибрлеу сынақ стендінде жүргізіледі. Калибрлеу кезінде сертификатталған қысым бергіші және термостатацияланған камера қолданылады. Температуралық камерадағы температура параметрлерін және қысым параметрлерін өзгерте отырып, калибрлеу стендінде калибрлеу деректерінің жиынтығын құрайтын бақылау өлшеулерінің жиынтығы қалыптасады [21].

Келтірілген деректер жиынтығы үшін температура датчигінің аппроксимация теңдеуінің коэффициенттері мынаған тең $c_2 = -0.288382$, $c_1 = -4.455588$, $c_0 = -41.352543$. Қысым датчигінің аппроксимациясы үшін теңдеу коэффициенттері: $c_{23} = -2852708$, $c_{22} = -221.08491$, $c_{21} = -715.40515$, $c_{20} = -935.25047$, $c_{13} = -159.07346$, $c_{12} = -1084.51812$, $c_{11} = -3030.09325$, $c_{10} = -2850.56499$, $c_{03} = -212.68662$, $c_{02} = -1301.19359$, $c_{01} = -3829.492271$, $c_{00} = -3135.77322$.

Кесте 1- **Бастапқы калибрлеу деректері жиынтығы**

Температура	Қысым	Температура датчигіндегі ЦДВ ығысуы	Қысым датчигіндегі ЦДВ ығысуы	Температура датчигіндегі ЦДВ	Қысым датчигіндегі ЦДВ
T, °C	P, атм	$\Delta\lambda_T$, нм	$\Delta\lambda_P$, нм	λ_T , нм	**λ_P , нм**
39.90	100	– 1.0943	– 1.2156	1555.618	1532.998
39.90	200	– 1.0953	– 1.3486	1555.619	1533.131
39.90	300	– 1.0963	– 1.4846	1555.620	1533.267
39.90	400	– 1.0963	– 1.6236	1555.620	1533.406
39.90	500	– 1.0973	– 1.7656	1555.621	1533.548
39.90	600	– 1.0983	– 1.9056	1555.622	1533.688
95.00	100	– 2.5293	– 2.6256	1557.053	1534.408
95.00	200	– 2.5303	– 2.7636	1557.054	1534.546
95.00	300	– 2.5303	– 2.9016	1557.054	1534.684
95.00	400	– 2.5323	– 3.0406	1557.056	1534.823
95.00	500	– 2.5323	– 3.1866	1557.056	1534.969
95.00	600	– 2.5333	– 3.3296	1557.057	1535.112
150.0	100	– 4.0573	– 4.1376	1558.581	1535.920
150.0	200	– 4.0583	– 4.2776	1558.582	1536.060
150.0	300	– 4.0593	– 4.4176	1558.583	1536.200
150.0	400	– 4.0603	– 4.5616	1558.584	1536.344
150.0	500	– 4.0613	– 4.7106	1558.585	1536.493
150.0	600	– 4.0623	– 4.8556	1558.586	1536.638

Алынған коэффициенттер бастапқы теңдеулерге қойылды және температура мен қысымның есептелген мәндері температура мен қысымның бақылау мәндерімен салыстырылды (кесте №2).

Кесте 2 - **Бақылау өлшеулерінің деректерін және температура мен қысымның аппроксимирленген шамаларын салыстыру.**

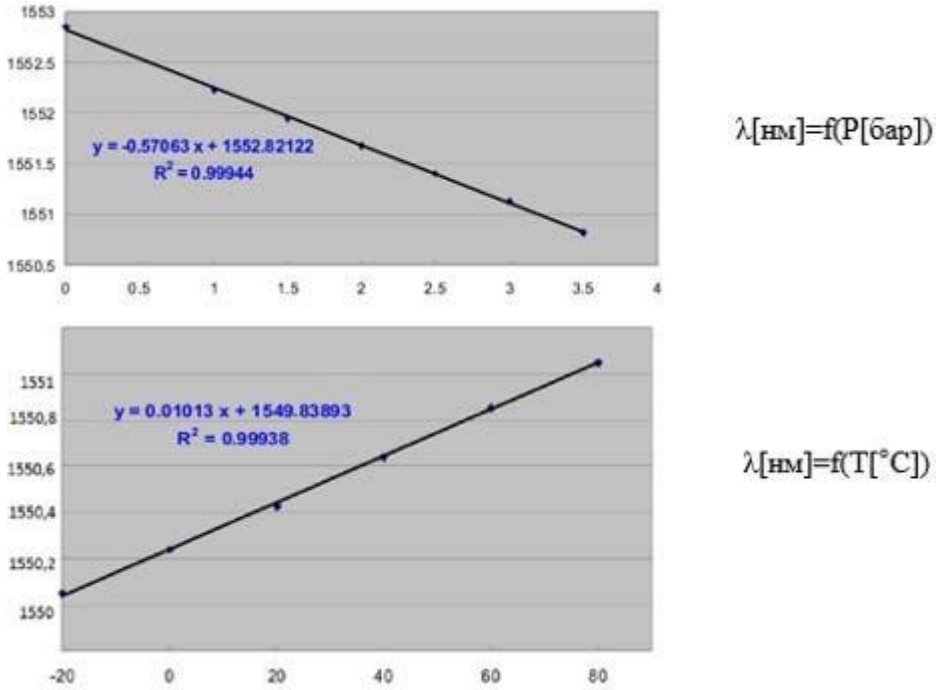
Бақылау температурасы	Температура аппрок-симациясы	Температура аппроксимациясының қателігі	Бақылау қысымы	Қысым аппрок-симациясы	Қысым аппроксимацисының қателігі
T, °C	**P, атм**	**T, °C**	**P, атм**	**P, атм**	**P, атм**
39.90	39.82092	+ 0.079076	100	99.89991	+ 0.100092
39.90	39.86049	+ 0.039507	200	200.3078	– 0.307760
39.90	39.90006	– 0.000060	300	299.8017	+ 0.198299
39.90	39.90006	– 0.000060	400	399.7317	+ 0.268345
39.90	39.93963	– 0.039630	500	500.4100	– 0.410040
39.90	39.97919	– 0.079190	600	599.8484	+ 0.151595
95.00	94.92559	+ 0.074413	100	99.80889	+ 0.191106
95.00	94.96282	+ 0.037183	200	200.3448	– 0.344760
95.00	94.96282	+ 0.037183	300	300.4970	– 0.497000
95.00	95.03727	– 0.037270	400	398.3919	+ 1.608120
95.00	95.03727	– 0.037270	500	501.3390	– 1.338990
95.00	95.07450	– 0.074500	600	599.6185	+ 0.381493
150.0	149.9131	+ 0.086950	100	99.71683	+ 0.283168
150.0	149.9478	+ 0.052209	200	200.8457	– 0.845750
150.0	149.9825	+ 0.017470	300	299.5441	+ 0.455896
150.0	150.0173	– 0.017270	400	399.1967	+ 0.803286
150.0	150.0520	– 0.052000	500	501.0427	– 1.042730
150.0	150.0867	– 0.086740	600	599.6544	+ 0.345625

Температураның аппроксимациясының ең жоғары қателігі 0.086950°С құрады, температураның аппроксимациясы қателігінің орташа мәні 0.047110°С аспайды, бұл тиісінше температураны өлшеудің толық шкаласынан 0.08% және 0.03% құрайды. Қысым аппроксимациясының ең жоғары қателігі 1.608120 атм құрады, қысым аппроксимациясы қателігінің орташа мәні 0.531892 атм аспайды, бұл тиісінше қысымды өлшеудің толық шкаласынан 0.26% және 0.08% құрайды. Аппроксимация дәлдігі және оның салыстырмалы қателігі мынадай тұжырым жасауға мүмкіндік береді, ұсынылған әдіс біріктірілген датчиктерді, сондай-ақ температура датчиктерін калибрлеу үшін сәтті қолдануға болады.

Бақылау датчигіне ұқсас мамандандырылған қысым датчигі 2-суретте көрсетілген.

2-сурет.. Мамандандырылған қысым датчигінің құрылымы

Жоғарыда көрсетілген калибрлеу процедураларын ескере отырып алынған датчиктің өлшеу сипаттамалары 3-суретте көрсетілген.



3-сурет. Датчиктің өлшеу сипаттамалары

Толқынның орталық ұзындығының жағдайын калибрлеу және нақтылау әдістері өлшеу нәтижелерінің қайталануына тексеру жүргізуге ұшыратты. Эксперимент барысында белгіленген

температурада толқынның орталық ұзындығын өлшеу үш мыңнан астам рет жасалды. Барлық өлшемдер бойынша максималды ауытқу математикалық күтуден 1,5 пм аспады.

Оптикалық-талшықты жарық өткізгіш халькогенидтік шыныдан жасалған (ИК спектрінің талап етілетін аймағында мөлдір), сыртқы түрі 4-суретте көрсетілген

4-сурет. Халькогенидті талшықты жарық өткізгіш CIR 500/550

Оптикалық жолдың талап етілетін ұзындығын анықтау үшін газ талдағыштың жұмысын үлгілеу жүргізілді. Көп компонентті газ талдағышты іске асыру кезінде оптикалық кюветтің қажетті ұзындығы газдың ең аз өлшенетін көлемдік үлесі бар арнаны өлшеу қателіктеріне байланысты есептеледі. Біздің жағдайда бұл NO_x арнасы.

ҚОРЫТЫНДЫ

Жұмыста қауіпті заттарды сақтаудың аумақтық үлестірілген жүйесін (АҮСЖ) оның жұмысының экологиялық қауіпсіздігін техникалық қамтамасыз ету тұрғысынан талдау және синтездеу мәселелері қаралды. Экологиялық зертханалардың, аспаптық бақылау модульдерінің және т. б. қалыпты жұмыс істеуін қамтамасыз етумен өзара байланысты жүйенің материалдық қабатының интеграцияланған ресурстары қарастырылды. АБЖ өлшеу технологияларын жүзеге асыруға мүмкіндік беретін АБЖ құрылымы әзірленді және ұсынылды. АБЖ физикалық деңгейі сақтау объектілеріне қызмет көрсету датчиктерімен, экологиялық жағдайды бақылау датчиктерімен, периметрді қорғау датчиктерімен ұсынылған. Датчиктер саны жүйенің талаптарымен анықталады және бір жағынан арналар саны бойынша спектралды тығыздауды қамтитын (ЭҚҚЕИЖ) талшықты-оптикалық жүйелер технологиясының мүмкіндіктерімен, ал екінші жағынан жүйенің оптикалық таратқыштардың, датчиктердің, сүзгілердің спектралды сипаттамаларының температуралық дрейфтерін (мысалы, олардың орталық жиілігін) жоғары дәлдікпен бақылау қабілетімен шектеледі.

Эксперименттік зерттеулер Люблин техникалық университетінің Электротехника және компьютерлік ғылымдар факультетінің Оптоэлектроника зертханаларында ҚР БҒМ ҒК АЕТИ ГФ №AP05132778 "Телекоммуникациялық желілерді пайдалана отырып оптикалық талшықты рефрактометрмен сигналдарды интеррогациялау жүйесін зерттеу және әзірлеу" жобасы аясында өткізілді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Виноградов В.Ю., Морозов О.Г., Галимов Э.Р. и др. Перспективы внедрения экологически безопасного способа эксплуатации сливоналивного устройства // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18. № 14. С. 61-62.

[2] Виноградов В.Ю., Морозов О.Г., Галимов Э.Р. и др. Экологическая безопасность при эксплуатации газоперекачивающих аппаратов насосных станций // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18.

[3] № 15. С. 249-252.

[4] Виноградов В.Ю., Морозов О.Г., Галимов Э.Р. и др. Перспективы внедрения экологического способа сжигания углеводородных топлив в пульсирующем потоке // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18. № 21. С. 155-156.

[5] Куревин В.В. Волоконно-оптические технологии развития интегрированных систем управления экологической безопасностью // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 4. URL: science-education.ru/118-14444.

[6] Куревин В.В., Морозов О.Г., Просвирин В.П. и др. Структурная минимизация волоконно-оптических сенсорных сетей экологического мониторинга // Инфокоммуникационные технологии. 2009. Т. 7. № 3. С. 46-52.

[7] Куприянов В.Г., Степущенко О.А., Куревин В.В. и др. Волоконно- оптические технологии в распределенных системах экологического мониторинга // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13. № 4-4. С. 1087-1091.

[8] Алашеев М.А., Лясковский В.Л., Морозов О.Г. и др. Вопросы создания интегрированных автоматизированных систем организационного управления // Инфокоммуникационные технологии. 2007. Т. 5. № 2. С. 62-64.

[9] Morozov O.G., Morozov G.A., Kourevin V.V. et al. Structural minimization of fiber optic sensor nets for monitoring of dangerous materials storage // Proc. of SPIE. 2011. V. 7992. P. 79920E.

[10] Vasil'ev S.A. et al. Fibre gratings and their applications // Quantum Electronics. 2005. V. 35(12). pp. 1085-1103.

[11] Касимова Д.И., Кузнецов А.А., Крыницкий П.П. и др. Оценка возможностей применения волоконных решеток Брэгга с гауссовым профилем отражения в качестве датчика температуры // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2013. № 2 (18). С. 73-81.

[12] Куприянов В.Г., Морозов О.Г., Нуреев И.И. и др. Маломодовое зондирование датчиков на основе волоконных решеток Брэгга // Научно- технический вестник Поволжья. 2013. № 4. С. 322-325.

[13] Алюшина С.Г., Денисенко П.Е., Морозов О.Г. и др. Волоконные решетки Брэгга с фазированной структурой в распределенных информационно-измерительных системах // Нелинейный мир. 2011. Т. 9. № 8. С. 522-528.

[14] Морозов О.Г., Айбатов Д.Л., Садеев Т.С. Синтез двухчастотного излучения и его применения в волоконно-оптических системах распределенных и мультиплексированных измерений // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2010. Т. 13. № 3. С. 84-91.

[15] Морозов О.Г., Айбатов Д.Л., Просвирин В.П. и др. Амплитудно- фазовые методы формирования зондирующих излучений для систем анализа волоконно-оптических структур // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2007. Т. 10. № 3. С. 119-124.

[16] Morozov O.G., Aibatov D.L. Two-frequency scanning of FBG with arbitrary reflection spectrum // Proc. of SPIE. 2007. V. 6605. P. 660506.

[17] Морозов О.Г. Амплитудно-фазовое преобразование частоты в системах временной и частотной рефлектометрии волоконно-оптических информационных и измерительных сетей // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2004. Т. 7. № 1. С. 63-66.

[18] Кузнецов А.А., Морозов О.Г., Нуреев И.И. и др. Модуляционный оптико-абсорбционный газоанализатор выхлопных газов. Принцип работы и математическая модель // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2014. № 4. С. 45-49.

[19] Кузнецов А.А., Морозов О.Г., Нуреев И.И. и др. Математическая модель и структура модуляционного оптико-абсорбционного газоанализатора выхлопных газов // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. URL: science-education.ru/119-14742.

[20] Нуреев И.И. Постановка задач калибровки совмещенных датчиков давления и температуры // Нелинейный мир. 2015. Т. 13. № 8. С. 26-31.

[21] Сахабутдинов А.Ж., Салахов Д.Ф., Нуреев И.И., Морозов О.Г. Процедура решения задач калибровки совмещенных датчиков давления и температуры // Нелинейный мир. 2015. Т. 13. № 8. С. 32-38.

[22] В.В. Куревин, О.Г. Морозов, Г.А. Морозов, А.Ж. Сахабутдинов, И.И. Нуреев Техническое обеспечение экологической безопасности территориально распределенных систем хранения опасных веществ // Инженерный вестник Дона, №3 (2016) ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3654.

Калижанова А.У., Шайкулова А.А., Козбакова А.Х., Айткулов Ж.С., Едилхан Д., Оразбеков Ж.

Физикалық, экологиялық-географиялық, экономикалық және әлеуметтік факторларды ескере отырып, интеррогация жүйесінің сапасын бағалау

Аңдатпа: Жұмыста қауіпті заттарды сақтаудың аймақтық үлестірілген жүйелерінің экологиялық қауіпсіздігін техникалық қамтамасыз ету мәселелері қарастырылады. Физикалық, экологиялық-географиялық, экономикалық және әлеуметтік факторларды ескере отырып, талшықты Брэг торы негізінде оптикалық-талшықты датчиктері қолданумен сигналдарды интеррогациялау жүйелерінің жұмысының сапасына бағалау және талдау жүргізілді. Ұсынылған жүйе сақтау аймақтарының периметрін қорғау жүйесі үшін қауіпті заттарды

сақтаудың әртүрлі техникалық жүйелерін жобалау кезінде қолданылуы мүмкін және оларды пайдалану кезінде экологиялық қауіпсіздік мәселелерін шешуге бағытталған. Бақылау арналарында оптикалық-талшықты датчиктер мен олардың полигармоникалық зонттау әдістерін қолдану экологиялық-географиялық жағдайды, зиянды заттардың сақталу параметрлерін және сақтау аймағының периметрлерін қорғауды тиімді бақылауға мүмкіндік береді.

Кілттік сөздер: аумақтық үлестірілген сақтау жүйелері, қауіпті заттар, экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз ету, техникалық қамтамасыз ету, Брэгг талшықты торлары, температура мен қысымды өлшеу, газдардың көп компонентті талшықты-оптикалық ИК-анализаторы.

Калижанова А.У., Шайкулова А.А., Козбакова А.Х., Айткулов Ж.С., Едилхан Д., Оразбеков Ж.

Оценка качества системы интеррогации с учетом физических, эколого-географических, экономических и социальных факторов

Аннотация: В работе рассматриваются вопросы технического обеспечения экологической безопасности территориально распределенных систем хранения опасных веществ. Проведен анализ и оценка качества функционирования системы интеррогации сигналов с использованием волоконно-оптических датчиков на основе волоконных решеток Брэгга с учетом физических, эколого-географических, экономических и социальных факторов. Предложенная система может быть использована при проектировании различных технических систем хранения опасных веществ, для систем охраны периметра территорий хранения и направлена на решение вопросов обеспечения экологической безопасности при их эксплуатации. Применение волоконно-оптических датчиков и методов их полигармонического зондирования в каналах мониторинга позволяют эффективно осуществлять контроль над эколого-географической ситуацией, параметров хранения опасных веществ и охраны периметров территории хранения.

Ключевые слова: территориально распределенные системы хранения, опасные вещества, обеспечение экологической безопасности, техническое обеспечение, волоконные решетки Брэгга, измерение температуры и давления, многокомпонентный волоконно-оптический ИК-анализатор газов.

ӘОК 544.723.212

[1]S.P Nazarbekova, [1]U.B. Nazarbek [2]P.A. Abdurazova
([1]M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan,
[2] "Sirdariya" University, Zhetysai, Kazakhstan,
unazarbek@mail.ru)

REVIEW OF THE MAIN METHODS OF COMPOUNDS SYNTHESIS WITH APATITE STRUCTURE

Abstract. The article provides information about the main methods of synthesis of compounds with the structure of Apatite. The information obtained as a result of the literature review about the methods of synthesis is the fundamental data for further research. Methods of reaction in hydrothermal conditions , its advantages and disadvantages are considered. The data substantiating the need for a full and detailed study of the thermodynamic and thermophysical characteristics of compounds with the structure of Apatite are presented.

Key words: apatite, synthesis, precipitation, solid phase.

[1]С.П. Назарбекова, [1]У.Б. Назарбек, [2]П.А. Абдуразова
([1]М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,
Шымкент, Қазақстан Республикасы
[2]«Сырдария» университеті, Жетісай, Қазақстан Республикасы,
unazarbek@mail.ru)

АПАТИТ ҚҰРЫЛЫМЫНА ИЕ ҚОСЫЛЫСТАР СИНТЕЗІНІҢ НЕГІЗГІ ӘДІСТЕРІНЕ ШОЛУ

Түйіндеме. Мақалада апатит құрылымына ие қосылыстар синтезінің негізгі әдістері туралы мәліметтер берілген. Әдеби шолу нәтижесінде алынған синтез әдістері туралы мәліметтер одан әрі зерттеу үшін негізгі деректер болып табылады. Гидротермальді жағдайлардағы реакциялау әдістері, оның артықшылықтары мен кемшіліктері қарастырылған. Апатит құрылымы бар қосылыстардың термодинамикалық және жылуфизикалық сипаттамаларын толық және егжей-тегжейлі зерттеу қажеттілігінің деректері келтірілген.

Кілт сөздер: апатит, синтез, тұндыру, қатты фаза.

Берілген қасиеттері бар жаңа материалдар мен қосылыстарды алу - заманауи материалтанудың маңызды міндеттерінің бірі. Бұл ретте заттың физика-химиялық сипаттамалары туралы деректер іргелі ғылым үшін де, нақты технологиялық міндеттерді шешу үшін де маңызды болып табылады.

Заттардың іргелі параметрлері туралы ақпараттың жеткіліксіздігі немесе толық болмауы физикалық (температура, қысым және т.б.) немесе химиялық (ортаның қышқылдығы) жағдайлар кезінде олардың мінез-құлқын болжаудың мүмкін еместігіне байланысты функционалдық материалдарды әзірлеу және жасау кезінде қиындықтар туғызады.

Апатиттер-жаңа материалдар жасау үшін бейорганикалық қосылыстардың перспективалық кластарының бірі. Олардың пайда болуы туралы ғасырдан астам уақыттан бері белгілі, алайда олардың қолданылуы ұзақ уақыт зергерлік іспен және фосфатты тыңайтқыштардың түрлі түрлерін жасаумен шектелді. Апатиттердің бірегей қасиеттерін зерттеу-кристалдық құрылымның және жоғары изоморфты сыйымдылықтың түрлі позицияларындағы атомдарды алмастыру мүмкіндіктері-бейорганикалық қосылыстардың осы класы негізінде материалдарды әзірлеу мен жасауда жаңа зерттеулерге себепші болды.

Қазіргі уақытта апатиттер уытты элементтерді байланыстыру, лазерлерді, ионды өткізгіштерді,

люминесцентті материалдарды, сондай-ақ бейорганикалық пигменттерді жасау үшін матрицалар ретінде қолданылады. Бұдан басқа, апатиттер заманауи медицинада кеңінен қолданылады: сүйек имплантаттарын, пломбалау материалдарын, медициналық-косметикалық құралдарды жасау үшін [1].

Бүгінгі күні апатит құрылымымен неғұрлым зерттелген қосылысы оны медицинада, сондай-ақ ғылым мен техниканың басқа да салаларында қолданудың кең спектрін білдіретін $Ca_5(PO_4)_3OH$ гидроксиапатиті болып табылады. Бұл ретте өте жақсы құрамы бар апатиттерді зерттеу көбінесе жүйесіз сипатқа ие болды. Әдебиетте бар жарияланымдар негізінен апатит құрылымы бар табиғи минералдарды зерттеуге арналған, ал органикалық емес қосылыстардың осы класын сипаттауға жүйелік көзқарас және оларды алу тәсілдерін зерттеу тек XX ғасырдың соңында ғана дами бастады. Апатиттердің аса маңызды қасиеттерін зерттеуге тиісті көңіл бөлінбеді, бұл өз кезегінде жаңа материалдар жасау мүмкіндігін және ортаның тұрақты өзгеріп отыратын сыртқы параметрлері жағдайында олардың қасиеттерін болжауды қиындатады [2].

Өнеркәсіптің, ғылым мен техниканың әр түрлі салаларында осы заттарды пайдалануға мүмкіндік беретін апатиттердің жаңа пайдалы қасиеттерінің үнемі өсуімен байланысты осы қосылыстарды зертханалық жағдайда синтездеу міндеті қойылды. Синтездің оңтайлы әдістемесін таңдау негізінен мақсатты өнімнің химиялық құрамымен анықталады.

Ең жалпы түрде апатиттерді алудың барлық тәсілдерін үш класқа бөлуге болады: қатты фазадағы реакция, гидротермалдық жағдайдағы реакция және тұндыру реакциясы. Әрбір әдіс қосылыстардың белгілі бір класын алу үшін пайдаланылуы мүмкін, бірақ бұл ретте бір де бір әдіс апатит құрылымымен қосылыстарды синтездеу үшін әмбебап болып табылмайды.

$M_5(AO_4)_3L$ (M = Ca, Sr; A = P, Cr; L = F, Cl, OH) құрамға ие апатиттерді алу үшін ең көп таралған және егжей-тегжейлі пысықталған ерітінділік әдістер, атап айтқанда сулы және сулы емес ерітінділерден тұндыру болды. Еріткішті таңдау көбінесе M және L атомдарының табиғатымен анықталады.

Окси-және галогенид сульфоапатиттердің синтезі жағдайында алудың ең көп таралған әдісі эксперименттi аппараттық ресімдеудің салыстырмалы қарапайымдылығы және жоғары таза үлгілерді алу мүмкіндігіне орай қатты фазалы әдіс оңтайлы болып табылады [2-4].

Алайда, бұл әдіс осы кластың қосылыстарын синтездеу үшін әмбебап және жалғыз тәсіл болып табылмайды. Синтездеудің балама нұсқалары гидротермалдық шарттарды қолдану [5-7], балқымадан кристалдардың өсуі [8-11], золь-гель әдісі [12-13], сондай-ақ тұндыру реакциясы болып табылады [4-5, 14].

Қатты фазалы реакция-бұл апатит ұнтақтары негізінде керамикалық материалдарды жаппай өңдеу әдісі. Қатты фазадағы синтезді жоспарлау кезінде фазалардың түзілу температурасы туралы ақпараттың болуы, сондай-ақ бастапқы заттардың жентектеу температурасы (>500°C) жоғары болуы қажетті шарттар болып табылады. Қосылыстың химиялық құрамына және осы заттың элементтері бар тотығу дәрежесіне байланысты, пісіру атмосферасы тотығу, қалпына келтіру немесе инертті болуы мүмкін, бірақ көп жағдайда синтездеу ауада жүргізіледі. Ең жалпы түрде араластыру, ұсақтау, нығыздау және күйдіру кезеңдерінің кезектесіп отыратын сатылары бір фазалы апатиттердің түзілуін қамтамасыз етеді.

Іс жүзінде әдебиетте көрсетілген барлық әдістемелерде M катиондары реакциялық қоспаға негізінен температураның жоғарылауы кезінде жеңіл ыдырайтын және галогенидтің мақсатты өнімін алу үшін қажетті нитрат немесе карбонат құрамында енгізіледі. Галогенді енгізу үшін галогенидтер мен апатит құрамына кіретін басқа да элементтер пайдаланылуы мүмкін [15-18].

A элементі оксидтер, Cr_2O_3, SiO_2, GeO_2 немесе кейбір жағдайларда дайын фосфаттар, катион сульфаттары, M [13-17] түрінде енгізіледі. Синтез температурасы 500-1500°C өте кең интервалда болады.

Дегенмен, мұндай тәсілмен дайындалған ұнтақтардың, әдетте, дәндердің үлкен мөлшері және қатты денелердің ішіндегі иондардың диффузиясының кіші коэффициенттерінің салдарынан композициялық біртектілікті жиі көрсетеді. Синтездің бұл әдісінің негізгі артықшылығы жоғары дәрежелі тазалық үлгілерін алу мүмкіндігі, аппараттық безендірудің қарапайымдылығы, сондай-ақ кедергіден тыс құрам үлгілерін алу мүмкіндігі болып табылады.

Гидротермалдық жағдайлардағы реакция әдісі су мен сулы ерітінділерінің жоғары емес температураларда (500°C дейін) және әдеттегі жағдайларда іс жүзінде ерімейтін заттарды еріту қысымындағы қабілетіне негізделген. Гидротермальды жағдайда реакцияның екі негізгі түрі бар:" дәстүрлі " гидротермальды синтез және механикалық-белсендірілетін гидротермальды синтез.

"Дәстүрлі" әдісте бастапқы реактивтердің су ерітінділері араластырылады және 100-200°C

температурада реакторға салынады [12-14]. Бұл жағдайда бөлшектердің диффузиясы қатты фазалық реакцияға қарағанда жоғары. Бұл ретте құрамы, мөлшері бойынша біртекті және жоғары кристалдылықты оңай пісіретін ұнтақтар алынады. Бұл әдістің көмегімен гидроксиапатиттер жиі синтезделеді.

Гидротермалдық әдістің мүмкіндіктерін айтарлықтай кеңейтуге синтездеу процесінде реакциялық ортаға қосымша сыртқы әсерлерді қолдану ықпал етеді. Қазіргі уақытта мұндай тәсіл гидротермальды-микротолқынды, гидротермальды-ультрадыбыстық, гидротермальды - электрохимиялық және гидротермальды-механохимиялық синтездеуде іске асырылған. Алудың бұл тәсілі синтездің бүкіл процесі барысында реакторға механикалық әсерді көздейді, бұл дәстүрлі тәсілмен салыстырғанда соңғы температураның айтарлықтай төмендеуін қамтамасыз етеді.

Гидротермальды синтез әдісінің артықшылығы балқу температурасына жақын тұрақсыз заттар кристалдарын синтездеу мүмкіндігі, ірі кристалдарға қатысты синтездеу мүмкіндігі болып табылады. Кемшіліктер ретінде жабдықтың қымбаттығы және өсу процесінде кристалдарды бақылаудың мүмкін еместігін атап өткен жөн [12].

Тұндыру-бұл аз концентрацияларда (микро компонентте) болатын ерітінді компонентінің осы жүйеде едәуір үлкен концентрацияларда болатын басқа компоненттен түзілетін қатты фазаға ішінара ауысуы. Тұндырудың маңызды ерекшелігі бастапқы гомогенді жүйедегі микрокомпонент процесті жүргізу жағдайында (температураның төмендеуі, еріткіштің жойылуы, pH өзгеруі және т. б. кезінде) дербес қатты фазаны құра алмайды, ал макрокомпонентпен бірге қатты фазаға тартылады [17]. Бұл әдіс дәндердің өлшемін және апатиттердің морфологиясын бақылаудың белгілі бір дәрежесін қамтамасыз етеді. Қайталама қоспалы фазалардың пайда болуын, егер біртекті шөгуге қол жеткізу мүмкін болса, азайтуға болады. Дегенмен, осылайша алынған ұнтақтар, әдетте, қатты фазада алынғанмен салыстырғанда, аз кристалды.

Басқа әдістер, атап айтқанда ірі монокристалдардың өсуі үшін әзірленген әдістер алу әдісін аппараттық ресімдеудің еңбек сыйымдылығы мен күрделілігіне байланысты сирек қолданылады. Қорытпадан материалдарды алу процесі кейде айтарлықтай қиын, өйткені олар кристалдану процесінде үлкен температуралық градиенттерге ие. Бұл шектеулерді жеңу үшін балқыманың өсу әдісінде [7], CaF_2, $CaCl_2$ және $Ca(OH)_2$ сұйықтықтың температурасын төмендетіп, бастапқы реактивтермен араласады [8]. Соңында апатиттер алу үшін сол-гель және полимерлеу әдістері [9] жасалады. Апатиттің ең көп мөлшері қатты фазадағы жоғары температуралық реакция арқылы синтезделді. Аз салыстырмалы түрде төмен температурада гидротермиялық және химиялық әдістері қолданылады [13].

Апатит құрылымы бар қосылыстардың саны үнемі өсіп келеді. Айта кету керек, бұл қосылыстардың барлығы дерлік әр түрлі температурада материалдарды қолдануына тәуелді болып келеді. Жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, апатиттердің термофизикалық қасиеттерін зерттеу оның құрамындағы қосылыстарды синездеу әдісін таңдаудың өте маңызды аспектісі болып табылады.

Апатиттердің термодинамикалық және жылуфизикалық қасиеттерін зерттеуге арналған ғылыми жарияланымдардың саны өте шектеулі және осы қосылыстардың кейбір жекелеген өкілдерін ғана зерттеумен байланысты. $Ca_5(PO_4)_3OH$ гидроксиапатиті және $Ca_5(PO_4)_3F$ фторапатиті апатит топшасы қосылыстарының неғұрлым зерттелген өкілдері болып табылады, ал құрамында хлор және бром бар апатиттер, оның ішінде кальцийден ерекшеленетін катиондар (кадмий, қорғасын, марганец, стронций және т.б. сияқты) әлдеқайда аз дәрежеде зерттелген және олардың салыстырмалы тұрақтылығымен, ерігіштігімен және басқа да физикалық - химиялық қасиеттерімен байланысты мәселелер тұрақты түрде пайда болады.

Жоғарыда көрсетілген әдеби шолудан, апатит құрылымы бар қосылыстарды зерттеуде бірқатар елеулі олқылықтар бар.

Бірінші кезекте осы қосылыстардың синтезіне жүйелі тәсілдің жоқтығын атап өткен жөн. Бұл бағыттағы жұмыстар әдетте түпкілікті өнім алуға бағытталған, бұл ретте алу әдісінің әмбебаптығын және үрдістің еңбек сыйымдылығын төмендетуді білдіретін синтездеудің оңтайлы әдістемелерін әзірлеуге тиісті көңіл бөлінбейді. Сондай-ақ, өзгермелі температуралар кезіндегі бұл қосылыстардың қасиеттері туралы деректер аз, сондықтан бұл сипаттамалар термодинамикалық және жылу физикалық анықтамалық деректер ретінде іргелі ғылым тұрғысынан ғана емес, сонымен қатар техникадағы апатиттер негізінде материалдарды тікелей пайдалану тұрғысынан да маңызды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Ptacek P. Apatites and their Synthetic Analogues: Synthesis, Structure, Properties and Applications. - Brno University of Technology, Czech Republic, 2016. – 512 p.

[2] Hideki Y. Ionic conductivity and fuel cell properties of apatite-type lanthanum silicates doped with Mg and containing excess oxide ions // Solid State Ionics. – 2008. - Vol. 179. - P. 2165 2169.

[3] Leon-Reina L. Interstitial oxygen conduction in lanthanum oxy-apatite electrolytes // Journal of Materials Chemistry. – 2004. - Vol. 14. P. 1142–1149.

[4] Leon-Reina L. Interstitial oxide positions in oxygen-excess oxy-apatites // Solid State Ionics. – 2006. - Vol. 177. - P. 1307–1315.

[5] Beaudet-Savignat S. Oxide ion conduction in Ba, Ca and Sr doped apatitetype lanthanum silicates // Journal of Materials Chemistry. – 2007. - Vol. 17. - P. 2078–2087.

[6] Saiful I.M. An apatite for fast oxide ion conduction // Chem. Commun. – 2003. - P. 1486–1487.

[7] Higuchi Y. Oxide ionic conductivities of apatite-type lanthanum silicates and germanates and their possibilities as an electrolyte of lower temperature operating SOFC // Ceramics International. – 2010. - Vol. 36. - P. 955–959.

[8] Bonhomme C. Sintering kinetics and oxide ion conduction in Sr-doped apatite-type lanthanum silicates, $La_9Sr_1Si_6O_{26.5}$ // Solid State Ionics. - Vol. 180. – 2009. - P. 1593–1598.

[9] Masubuchi Y. Oxide ion conduction mechanism in $RE_{9.33}(SiO_4)_6O_2$ and $Sr_2RE_8(SiO_4)_6O_2$ (RE=La, Nd) from neutron powder diffraction // Solid State Ionics. - Vol. 177. – 2006. - P. 263 – 268.

[10] Steinbruegge K.B. Laser Properties of Nd^{+3} and Ho^{+3} Doped Crystals with the Apatite Structure // Applied Optics. – Vol. 11. – 1972. – P. 999-1012.

[11] Grisafe D.A. Crystal Chemistry and color in apatites containing cobalt, nickel, and rare-earth ions // The American Mineralogist. - Vol. 55. – 1970. - P. 1131-1145.

[12] Березов Т.Т. Биологическая химия: Учебник. – М.: Медицина. - 1988. – с. 704.

[13] Yamagishi K. Synthetic enamel for rapid tooth repair // Nature. - 2005. - Vol. – 433. – p. 819.

[14] Laghzizil A. Mixed ionic conductivities in sodium fluoroapatites // Solid State Ionics. –1993. - Vol. 67. - P. 137-143.

[15] Wyckoff R.W.G. Crystal Structures. Vol. 3. Inorganic Compounds $R_x(MX_4)_y$, $R_x(MnXp)_y$, Hydrates and Ammoniates // New York: John Wiley and Sons. – 1965. –P. 228-234.

[16] McConnell D. Apatite: Its Crystal Chemistry, Mineralogy, Utilization, and Geologic and Biologic Occurrences // Wein: Springer-Verlag. – 1973. – P. 83-111.

[17] Elliott, J.C. Structure and chemistry of the apatites and other calcium orthophosphates // Amsterdam: Elsevier. – 1994. – P. 78-152.

[18] Comodi P. Structural and vibrational behavior of fluorapatite with pressure. Part I: in situ single-crystal X-ray diffraction investigation // Physics and Chemistry of Minerals. – 2001. – Vol.28. – P. 219-224.

Назарбекова С.П., Назарбек У.Б., Абдуразова П.А.

Обзор основных методов синтеза соединений со структурой апатита

Резюме. В статье приведены сведения об основных методах синтеза соединений со структурой апатита. Полученные в результате литературного обзора сведения о методах синтеза являются основополагающими данными для дальнейших исследовании. Рассмотрены методы реакции в гидротермальных условиях , его преимущества и недостатки. Приведены данные обоснования необходимости полного и детального изучения термодинамических и теплофизических характеристик соединений со структурой апатита.

Ключевые слова: апатит, синтез, осаждение, твердая фаза.

[1]Y.S. Merkibayev, [1]V.A. Luganov, T.A. [1]Chepushtanova, [1]G.D. Guseinova, [2]B. Mishra

([1]Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

[2]Worcester Polytechnic Institute, Worcester, United States.

E-mail: erik_me@mail.ru)

THERMODYNAMIC STUDY OF HIGH TEMPERATURE ZINC OXIDE SULFIDATION

Abstract. The article considers the issues of thermodynamics of zinc oxide sulfidation with pyrite and elemental sulfur in neutral and oxidizing atmospheres and when carbon is introduced into the charge.

It is shown that sulfide zinc oxide oxidation with pyrite is thermodynamically probable in neutral and oxidizing atmospheres, as well as in the presence of carbon in the system.

Key words: thermodynamic analysis, sulfidation, zinc oxide, pyrite, neutral and oxidizing environment.

[1]Е.С. Меркибаев, [1]В.А. Луганов, [1]Т.А. Чепуштанова, [1]Г.Д. Гусейнова, [2]Б.Мишра
([1]Satbayev University, Almaty, [2]Worcester Polytechnic Institute, Worcester, United States.
erik_me@mail.ru)

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СУЛЬФИДИРОВАНИЯ ОКСИДА ЦИНКА

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы термодинамики сульфидирования оксида цинка пиритом и элементной серой в нейтральной и окислительной атмосферах и при введении в шихту угерода

Показано, что сульфидирование оксидов цинка пиритом термодинамически вероятно в нейтральной и в окислительной атмосферах, а также в присутствии в системе углерода.

Ключевые слова: термодинамический анализ, сульфидирование, оксид цинка, пирит, нейтральная и окислительная среда.

Введение. В последние годы в переработку вовлекаются всё более бедные и сложные по минеральному и вещественному составу труднообогатимые полиметаллические руды. Особенностью труднообогатимых руд является непостоянство их состава, содержание растворённых солей и охристо-глинистых шламов, а также сложность минерального состава. Минералы цветных металлов представлены в этих рудах многочисленными ассоциациями: сульфидами, карбонатами, сульфатами, алюмосиликатами, оксидами, гидрооксидами и другими минеральными соединениями, обладающими различной смачиваемостью. Это не позволяет подобрать универсальный режим флотации, который бы обеспечивал извлечение всех минеральных форм свинца в концентраты. Кроме того, руды характеризуются тонкой вкрапленностью, присутствием рудных минералов в виде тонких примазок или периферийных плёнок размером от 1 до 4 микрон. Прорастание минералов бывает настолько тесным, что исключает раскрытие их при экономически и технологически приемлемой степени измельчения.

Для переработки сульфидных полиметаллических руд в основном используют флотационное обогащение с целью извлечения сульфидных минералов цветных металлов в концентраты с последующей пиро- или гидрометаллургической их переработкой. Применение стандартных схем обогащения для переработки смешанных и окисленных полиметаллических руд не всегда эффективно, а иногда и невозможно, что связано с гидрофильностью окисленных соединений металлов и сложным минеральным составом сырья. Это приводит к понижению извлечения полезных металлов в концентраты, что делает переработку не рентабельной[1].

Совершенствование процессов обогащения труднообогатимых руд не приводит к позитивным результатам /3-7/.

Лучшие показатели по переработке окисленных и смешанных руд достигаются при использовании предварительной активации исходного сырья окислительным или сульфатизирующим обжигом с последующей переработкой активированного продукта. Однако, эти способы обжига рудных материалов не нашли применения в промышленности /8 – 11/.

В последние годы формируются направления, характеризующиеся избирательным изменением природных технологических свойств минералов перед обогащением. Это осуществляется путём дозированных физических и физико-химических воздействий, изменяющих состав, структуру кристаллической решётки и поверхностные свойства минералов.

Одним из таких направлений является сульфидирование, которое может осуществляться как гидрометаллургическими, так и пирометаллургическими способами. Автоклавное сульфидирование в связи с периодичностью процесса и невысокой производительностью аппаратуры для крупнотоннажного производства малоэффективно. Сульфидирование сульфатредуцирующими бактериями позволяет восстановить флотационную активность окисленных минералов свинца благодаря образованию сульфидных и серных плёнок на поверхности минералов /8/. Однако, рекомендаций по использованию такого метода в промышленности нами в изученной литературе не обнаружено.

К пирометаллургическими способам относятся разработанные и проверенные в укрупнённом масштабе технологии сульфидирования мышьяксодержащего сырья пиритом в вакууме и в реакторах шахтного типа в инертной среде. [2] Однако, сульфидирование в инертных газах и в вакууме требуют значительных энергетических затрат и разработки специального оборудования.

Флотацией просульфидированных пиритом при 700-800 ºС в инертной среде окисленных свинцово-серебрянных руд удаётся извлечь в концентрат до 75% свинца /12, 14/.

Имеются предложения горного бюро Австралии по сульфидированию окисленных соединений

смесью элементной серы и диоксида серы и добавлением в шихту обжига пирита. Полученный огарок подвергают флотации.

В работе [3] описана возможность применения серы для сульфидизации техногенных отходов медного производства. Авторами работы на основании результатов термогравиметрического анализа показана применимость серы для сульфидизации оксидов и сульфатов свинца.

В работе [4] выполнено термодинамическое моделирование процесса сульфидирующего обжига окисленных соединений свинца и цинка в атмосфере перегретого пара. Результаты исследований /11, 12/ позволяют рассматривать газы, образующиеся при автогенном обжиге пиритных концентратов с недостатком кислорода в качестве сульфидизатора окисленных соединений цветных металлов.

В работе [5] показано, что сульфидирование оксидов свинца и цинка возможно при давление серы в газовой фазе 10^{-15} атм. Термодинамическим анализом процесса диссоциации пирита установлено, что при температуре выше 573 К равновесное давление серы над пиритом составляет 10^{-11} атм, что достаточно для осуществления процесса сульфидирования

Учитывая, что в Казахстане в хвостохранилищах накоплено значительное количество пиритсодержащих отходов и пиритных концентратов, содержащих соединения свинца и цинка, нами предлагается проводить сульфидирование цветных металлов при помощи пирита [6,7].

В работе представлены результаты расчета термодинамической вероятности протекания реакций в системе цинк - сера – кислород в окислительной и нейтральной атмосферах[8,9].

Термодинамические расчеты и их анализ

Методика расчетов. Термодинамический анализ выполнен методом расчета термодинамических характеристик с использованием программы «HSC Chemistry 5».

Излучалась вероятность образования различных соединений цинка и железа в результате взаимодействия и влияние условий процесса на состав продуктов. Анализ проводился для окислительных, восстановительных и нейтральных сред сульфидирования оксида цинка пиритом с участием восстановителя - углерода.

В работе приведены расчеты термодинамические характеристик процесса сульфидирования $ZnCO_3$ с получением цинка в форме Zn, ZnO, $ZnSO_4$, ZnS; железа - в форме троилита FeS (образование пирротинов не учитывались), FeO, Fe_3O_4, Fe_2O_3 $FeSO_4$

$ZnCO_3$ при термической обработке диссоциирует с образованием ZnO и CO_2 при температурах 573 К и выше (ур.1, табл. 1), поэтому в расчетах в качестве исходного соединение использовался оксид (ZnO).

Так как при высоких температурах происходит термическое разложение пирита с образованием пирротина и элементной серы нами рассчитаны термодинамические характеристики сульфидирования оксидов цинка элементной серой.

Сульфидирование в инертной среде (Таблица 1)

В инертной атмосфере сульфидирование оксида цинка в интервале температур 573-973 К термодинамически возможно во всем изучаемом температурном интервале

Таблица 1. **Термодинамика сульфидирования $ZnCO_3$ пиритом в инертной атмосфере**

N	Reaction	ΔG^0, kJ/моль S_2 при температуре, К		
		573	773	973
1	$ZnCO_3 = ZnO + CO_2$	-30.5	-63.1	-93.4
2	$2ZnO + 3S = 2ZnS + SO_2$	-22,1	-25,2	-33,3
3	$2ZnO + 1.5S_2 = 2ZnS + SO_2$	-36,6	-32,5	-29,8
4	$2ZnCO_3 + 3FeS_2 = 2ZnS + 3FeS + SO_2 + 2CO_2$	-12.3	-54.4	-101.7
5	$2ZnO + 3FeS_2 = 2ZnS + 3FeS + SO_2$	8,0	-15,7	-39,4
6	$2ZnO + 6/5FeS_2 = 2ZnS + 6/5FeO + 2/5SO_2$	-4.4	-11.1	-17.7
7	$2ZnO + 8/7FeS_2 = 2ZnS + 2/7FeSO_4 + 6/7FeO$	-8.8	-11.6	-14.6
8	$2ZnO + 9/8FeS_2 = 2ZnS + 3/8Fe_3O_4 + 1/4SO_2$	-13.9	-18.5	-23.3
9	$2ZnO + 12/11FeS_2 = 2ZnS + 6/11Fe_2O_3 + 2/11SO_2$	-14.4	-17.9	-21.5
10	$2ZnO + 11/10FeS_2 = 2ZnS + 1/5FeSO_4 + 3/10Fe_3O_4$	-15.1	-17.4	-20.0
11	$2ZnO + 14/13FeS_2 = 2ZnS + 2/13FeSO_4 + 6/13Fe_2O_3$	-15.2	-17.1	-19.2
12	4ZnO+4FeS2=4ZnS+FeSO4+3FeS	-14,5	-25.3	-36.6
13	$2ZnO + 2FeS = 2ZnS + 2FeO$	-11.2	-11.0	-10.8
14	$FeSO_4 + 2FeS_2 = 3FeS + 2SO_2$	12.2	0,4	-10,7

Сульфидирование ZnO пиритом возможно в изученном интервале температур, причем сульфидирование пиритом и элементной серой равновероятно (Табл.1). Также равновероятно сульфидирование карбоната и оксида цинка.

В зависимости от соотношения ZnO/FeS_2 в исходных условиях в результате реакции могут образовываться различные соединения железа - при уменьшении соотношения ZnO/FeS_2 продуктами взаимодействия могут быть не только FeS, но и оксиды (от FeO до Fe_3O_4 и Fe_2O_3, и сульфат. При температуры выше 793 К сульфат железа сульфидируется пиритом с образованием FeS. (ур. 14, табл.1)

Повышение температуры во всех случаях повышает термодинамическую вероятность сульфидирования цинка.

Сульфидирование в окислительной среде (Таблица 2)

Таблица 2. Термодинамика взаимодействия ZnO и FeS_2 в присутствии O_2

N	Reaction	ΔG^0, kJ/моль S_2 при температуре, К		
		573	773	973
1	$ZnO+FeS_2+O_2=ZnS+FeO+SO_2$	-246.1	-245.9	-245.5
2	$ZnO+FeS_2+3O_2=ZnSO_4+FeO+SO_2$	-864.1	-811.4	-760.3
3	$ZnO+2FeS_2+6O_2=ZnSO_4+Fe_2O_3+3SO_2$	-880.6	-840.1	-801.1
4	$ZnS+3Fe_2O_3+1.5O_2=ZnSO_4+2Fe_3O_4$	-387,8	-353,9	-332,9
5	$ZnS+2O_2=ZnSO_4$	-1163,0	-1031,9	-904,0
6	$ZnO+2FeS_2+6O_2=ZnSO_4+Fe_2O_3+3SO_2$	-1761.2	-1680.2	-1602.2
7	$ZnO+3FeS_2+8.5O_2=ZnSO_4+Fe_3O_4+5SO_2$	-2473.7	-2391.2	-2313.6
2	$2ZnO+4S+O_2=2ZnS+2SO_2$	-100,1	-106.2	-111,6

Участие в процессе сульфидирования кислорода увеличивает термодинамическую вероятность сульфидирования оксида цинка с образованием оксидов и сульфатов железа. Однако, увеличение количества кислорода в реакции сдвигает равновесие реакции в сторону образования сульфата цинка (Таблица 2). При этом получить в результате взаимодействия сульфид цинка практически невозможно.

Сульфидирование в окислительной среде в присутствии углерода (Таблица 3)

Для создания неокислительной атмосферы процесс сульфидирования в присутствии O_2 можно проводить с введением в систему углерода.

Таблица 3. **Термодинамика взаимодействия ZnO и FeS_2 в присутствии С**

N	Reaction	ΔG^0, kJ/моль S_2 при температуре, К		
		573	773	973
1	$ZnO+C=Zn(g)+CO$	193.3	132.7	72.9
2	$ZnO+CO=Zn+CO_2$	122.4	97.4	73.0
3	$4ZnO+2\ FeS_2+C=4ZnS+Fe_2O_3+CO$	-34.9	-47.3	-60.0
4	$6ZnO+3\ FeS_2+C=6ZnS+Fe_3O_4+CO_2$	-47.3	-57.6	-68.4
5	$2ZnO+2\ FeS_2+C=2ZnS+2FeS+CO_2$	-28.0	-42.5	-57.1
6	$2ZnO+FeS_2+1/4C=2ZnS+1/2Fe_2O_3+1/4CO_2$	-20.9	-24.7	-28.6
7	$2ZnO+FeS_2+1/3C=2ZnS+1/3Fe_3O_4+1/3CO_2$	-22.6	-27.5	-32.7
8	$2ZnO+\ FeS_2+1/2C=\ 2ZnS\ +\ FeO\ +\ 1/2CO2$	-18.9	-25.8	-32.7
9	$2ZnO+\ 2FeS+2C=2ZnS+2Fe+2CO$	19.7	5.0	-9.4
10	$2ZnO+2FeS+C=2ZnS+2Fe+CO_2$	2.7	-3.3	-9.4
11	$2ZnO+2S+C=2ZnS+CO_2$	-97,3	-111,4	-125.7
12	$2ZnO+3S+C+O_2=2ZnS+\ CO_2+SO_2$	-165.0	-173.8	-181,9
13	$3ZnO+4S+C+2.5O_2=\ ZnSO_4+2ZnS+SO_2+CO_2$	-263,6	-244,5	-225,8
14	$ZnSO_4+2C=ZnS+2CO_2$	-417,3	-550,1	-679,2
15	$2FeS_2+C+O_2=S_2+2FeS+CO_2$	-68.3	-82,3	-96.4

Введение в систему углерода не уменьшает термодинамической вероятности сульфидирования оксида цинка и пиритом, и элементной серой, и в нейтральной газовой среде, и в присутствии кислорода в газовой фазе. Необходимо отметить, что прямой восстановление оксида цинка углеродом и/или монооксидом углерода термодинамически невероятно.

Образующийся сульфат цинка неустойчив, он может присутствовать лишь как промежуточное соединение. Чем выше температура, тем более вероятно его сульфидирование пиритом.

Выводы

1. Выполненный термодинамический анализ показал, что сульфидирование оксидов цинка пиритом термодинамически вероятно и в нейтральной, и в окислительной атмосферах, и в присутствии в системе углерода.
2. Сульфидирование оксида цинка пиритом в инертной атмосфере позволяет получать сульфид цинка и пирротин.
3. Присутствие кислорода значительно смещает равновесие реакций в сторону получения сульфида цинка.
4. При сульфидировании в окислительной атмосфере в зависимости от соотношения ZnO/FeS_2 устойчивыми фазами могут быть ZnO, ZnS, $ZnSO_4$, пирротин, а также оксиды железа различной валентности.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Y. Merkibaev, M. Panayotova, V. Luganov, V. Panayotov, T. Chepushtanova.Sulphidation roasting as means to recover zinc from oxidised ores. Comptes rendus de l'Acad´emie bulgare des Sciences. Tome 71, No 8, 2018, P. 1116-1123. Scopus. ИФ -0,270.

[2] Меркибаев Е.С., Мотовилов И.Ю., Луганов В.А., ЕскенЖ.И Термодинамическое обоснование технологии переработки окисленных полиметаллических pyl Международные Сатпаевские чтения «Научное наследие Шахмардана Есенова», Алматы.

[3] Луганов В.А., Чепуштанова Т.А., Мотовилов И.Ю., Меркибаев Е.С. Технологические исследования переработки золото-мышьяково-угольных концентратов//Материалы научно-практической конференции «Эффективные технологии производства цветных, редких и благородных металлов», -Алматы 2018, -с.190-195

[4] Han, J. et al. Innovative methodology for comprehensive utilization of high iron bearing zinc calcine//Sep. Purif. Technol. 154, -263–270 (2015).

[5] Chepushtanova T.A., Luganov V.A., Mamyrbaeva K., Mishra B. Mechanism of Nonoxidizing and Oxidative Pyrrhotites Leaching//Minerals & Metallurgical Processing Journal. August -2012, T-homson Reuter, ISI Web of Knowledge. -Vol. 29- № 3. – P. 159-164.

[6] Chepushtanova T.A., Luganov V.A., Ermolayev V.N., Mishra B., Gyseinova G.D. Investigation of the magnetic and flotation properties of synthesized hexagonal pyrrhotites. Mineral processing and extractive metallurgy review: an international journal. 2015, Thomson Reuter. Vol. 36 № 4. – P. 237-241.

[7] А.Т. Бузаубаева, В.Е. Храпунов, А.В. Ниценко, В.А. Луганов. Вестник КазНТУ// Алматы 2011.

[8] Neveux, L. et al. New insight into the ZnO sulfidation reaction: mechanism and kinetics modeling of the ZnS outward growth. Phys. Chem. Chem. Phys. 15, 1532–1545 (2013).

[9] Min, X. et al. Sulfidation behavior of ZnFe2O4 roasted with pyrite: Sulfur inducing and sulfur-oxygen interface exchange mechanism. Appl. Surf. Sci. 371, 67–73 (2016).

[10] Min, X. et al. Sulfidation behavior of ZnFe2O4 roasted with pyrite: Sulfur inducing and sulfur-oxygen interface exchange mechanism. Appl. Surf. Sci. 371, 67–73 (2016).

[11] Ke, Y., Min, X. B., Chai, L. Y., Zhou, B. S. & Xue, K. Sulfidation behavior of Zn and ZnS crystal growth kinetics for Zn(OH)(2)-S-NaOH hydrothermal system. Hydrometallurgy 161, 166–173 (2016).

[12] Ke, Y. et al. Sulfidation of heavy-metal-containing neutralization sludge using zinc leaching residue as the sulfur source for metal recovery and stabilization. Miner. Eng. 61, 105–112 (2014).

[13] Ke, Y. et al. Sulfidation behavior and mechanism of zinc silicate roasted with pyrite. Appl. Surf. Sci. 435, 1011–1019 (2018).

[14] Wang, J., Lu, J., Qiwu Zhang, A. & Saito, F. Mechanochemical Sulfidization of Nonferrous Metal Oxides by Grinding with Sulfur and Iron. Ind. Eng. Chem. Res. 42 (2015).

Меркибаев Е.С., Луганов В.А., Чепуштанова Т.А., Гусейнова Г.Д., Мишра Б.

Цинк оксидін жоғары температурада сульфидтеудің термодинамикалық негізделуі

Аннотация. Мақалада бейтарап және тотығатын атмосферада және көміртегі зарядқа енген кезде пиритпен және элементар күкіртпен мырыш оксиді сульфидінің термодинамикасы мәселелері қарастырылады.

Сульфидті мырыш оксидінің пиритпен тотығуы бейтарап және тотығатын атмосферада, сондай-ақ жүйеде көміртегі болған кезде термодинамикалық мүмкін болатындығы көрсетілген.

Түйін сөздер: термодинамикалық талдау, сульфидтеу, мырыш оксиді, пирит, бейтарап және тотықтырғыш орта.

УДК 661.525

A.D. Kydyraliyeva, U. Besterekov, I.A. Petropavlovskiy, A.A. Bolysbek, K.N. Urakov
(South Kazakhstan State University. M. Auezova, Shymkent, Republic of Kazakhstan;
Russian University of Chemical Technology. D. I. Mendeleeva, Moscow, Russian Federation
E-mail: aziza_kydyralieva@mail.ru, besterek_80@mail.ru,)

MODELING OF THE EFFECT OF SPECIFIC CONSUMPTION OF AMMONIUM NITRATE, PHOSPHORUS FLOUR AND POTASSIUM CHLORIDE ON THE RATIO OF NUTRIENTS IN NPK–FERTILIZERS

Abstract. The article presents the results of studies on the regulation of nutrient ratios in NPK fertilizers expected compositions $N/P_2O5/K_2O$ in % 19,0/6,0/6,0; 16,0/7,0/7,0; 15,0/7,5/7,5; 10,0/10,0/10,0 or relationships 3,1/1/1; 2,28/1/1; 2,00/1/1; 1,05/1/1, obtained on the basis of a solution of ammonium nitrate, phosphorus flour and potassium chloride. The studies were carried out in laboratory-experimental-production conditions, continued using the method of rototable planning-modeling of the second order of Box-hunter. The influence of independent variables-specific consumption of ammonium nitrate, phosphorus flour and potassium chloride in their mixture on the content of nutrients in the target products was determined. It is established that in the considered system their change is accompanied by two opposite processes: increases with increase of specific expense of ammonium nitrate and decreases with increase of specific expenses of phosphoric flour and potassium chloride in it. An adequate regression equation of the influence of independent variables on the ratio of nutrients in the target products is found. It is shown that when modeling the process of influence of specific consumption of ammonium nitrate 0.4 t-0.71t, phosphorus flour 0.23 t-0.47 t and potassium chloride 0.04-0.154 t on the ratio of nutrients ($N/(P_2O_5 + K_2O)$ increase from 1.14 to 3.5. In this case, it is possible to obtain a whole set of organic fertilizers of high agrochemical value with a total content of nitrogen, phosphorus pentoxide and potassium oxide in their composition from 30% to 31%.

Key words: ammonium nitrate, phosphorus flour, potassium chloride, nutrients, NPK fertilizers.

А.Д. Кыдыралиева, У.Бестереков, И.А. Петропавловский, А.А.Болысбек, К.Н. Ураков
(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан;
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Российская Федерация
E-mail: aziza_kydyralieva@mail.ru, besterek_80@mail.ru,)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УДЕЛЬНЫХ РАСХОДОВ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ, ФОСФОРИТНОЙ МУКИ И ХЛОРИДА КАЛИЯ НА СООТНОШЕНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В NPK–УДОБРЕНИЯХ

Аннотация. В статье приводятся результаты исследований по регулированию соотношений питательных элементов в NPK – удобрениях ожидаемых составов $N/P_2O_5/K_2O$ в % 19,0/6,0/6,0; 16,0/7,0/7,0; 15,0/7,5/7,5; 10,0/10,0/10,0 или отношений 3,1/1/1; 2,28/1/1; 2,00/1/1; 1,05/1/1, получаемых на основе раствора аммиачной селитры, фосфоритной муки и хлорида калия. Исследования проводились в лабораторно-опытно-производственных условиях, продолжены с использованием метода рототабельного планирования - моделирования второго порядка Бокса-Хантера. Определялось влияние независимых переменных - удельных расходов аммиачной селитры, фосфоритной муки и хлорида калия в их смеси на содержания питательных элементов в целевых продуктах. Установлено, что в рассматриваемой системе их изменение сопровождается двумя противоположными процессами: возрастает с увеличением удельного расхода аммиачной селитры и снижается с увеличением удельных расходов фосфоритной муки и хлорида калия в ней. Найдено адекватное уравнение регрессии влияния независимых переменных на отношения питательных элементов в целевых продуктах. Показано, что при заданных удельных расходах аммиачной селитры 0,4т-0,71т, фосфоритной муки 0,23т - 0,47т и хлорида калия 0,04-0,154т отношения питательных веществ ($N/(P_2O_5 + K_2O)$ в целевых продуктах возрастают от 1,14 до 3,5. Установлено, что при этом возможно получение целого набора NPK - удобрений высокой агрохимической ценности с суммарным содержанием азота, пятиокиси фосфора и оксида калия в их составе от 30% до 31%.

Ключевые слова: аммиачной селитра, фосфоритная мука, хлорид калия, питательные вещества, NPK – удобрения.

Введение. Аммиачная селитра является самым распространенным в мире и эффективным азотным удобрением [1]. Она используется в сельском хозяйстве под все виды культур и на любых типах почв. Однако, в последние годы, как у потребителей, так и у производителей аммиачной селитры, возникли некоторые сложности и ограничения, обусловленные очень серьезным

потребительским недостатком ее - огне и взрывоопасностью [2-5]. Поэтому, для получения высоких и качественных урожаев необходимо вносить в почву минеральные удобрения сбалансированного состава, т.е. содержащие кроме азота фосфор, калий и другие удобрительные элементы в разумных отношениях, т.е. так называемые комплексные удобрения, важнейшей характеристикой которых является их высокая агрохимическая ценность [6-13].

Цель настоящей работы состояла в установлении возможностей получения на основе раствора аммиачной селитры, фосфоритной муки и хлорида калия комплексных NPK – удобрений с регулируемым отношением питательных веществ $N:P_2O_5:K_2O$

Методология эксперимента. Целевые лабораторные исследования проводились в условиях ЮКГУ им. М. Ауэзова. Их результаты прошли опытные испытания на опытном участке действующего производства аммиачной селитры АО «КазАзот». При этом раствор аммиачной селитры концентрации 64-71% известного объема и температуры 110-130°С смешивается с расчетными массами фосфоритной муки Чилисай марки ФМ-2 СТ.ТОО 930640000252-01-2011 с 17%-ным содержанием P_2O_5 [14] и хлорида калия - отвечающего по качеству требованиям ТУ 2184–048-00203944-2014. Полученная при этом суспензионная смесь тщательно перемешивается и при температуре 120-130°С подается на форсунки, а оттуда распыляется в барабан - гранулятор, где высушивается сушильным агентом в прямоточном режиме и гранулируется при соблюдении традиционных технологических режимных параметров действующего производства аммиачной селитры [15].

Результаты и их обсуждение. В таблицах 1,2 приведены результаты экспериментальных исследований, выполненных в лабораторно – опытно – производственных условиях. Удельные расходы аммиачной селитры, фосфоритной муки и хлорида калия находились из расчета на выпуск 1 тонны целевого продукта.

Таблица 1 – **Удельные расходные показатели исходных веществ, содержания и отношения питательных элементов в целевых продуктах**

№	Удельные расходы, т			Содержание $N/P_2O_5/K_2O$ в целевом продукте в, %/%/%	Отношение $N/P_2O_5/K_2O$ в целевом продукте
	Аммиачной селитры, т (АС)	Фосфоритной муки, т (ФМ)	Хлорида калия, т (KCl)		
1	0,553	0,351	0,096	19:6:6	3,1:1:1
2	0,466	0,412	0,113	16:7:7	2,28:1:1
3	0,437	0,442	0,121	15:7,5:7,5	2,00:1:1
4	0,290	0,557	0,153	10:10:10	1,05:1:1

Таблица 2 - **Основные физико-химические свойства целевых продуктов**

№	Отношение $N:P_2O_5:K_2O$ в целевом продукте	Влаж-ность продук-та, в %	Прочность гранул продукта Н/гр	pH 10% раст-вора	Гранулометрический состав целевого продукта, масс. %	
					1-4мм	2-4 мм
3	3,1:1:1	0,17	58,68	6,47	93-98	84-89
4	2,28:1:1	0,15	60,65	6,50	93-98	83-89
5	2,00:1:1	0,16	62,47	6,55	92-98	81-88
6	1,05:1:1	0,15	66,15	6,65	89-91	78-80

На начальном этапе исследований изучалось влияние удельных расходов аммиачной селитры, фосфоритной муки и хлорида калия, а также содержащихся в них питательных элементов на отношение $N/(P_2O_5+K_2O)$ в целевых продуктах. Результаты этих исследований приведены на рисунках 1,2.

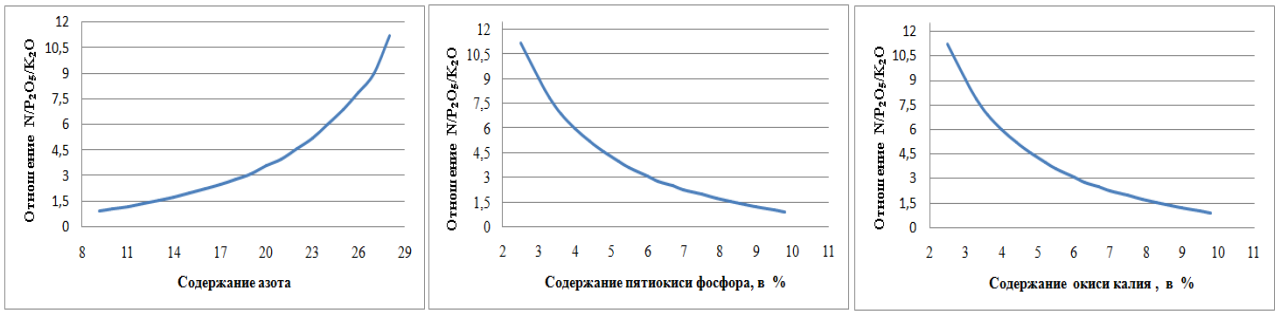


Рис.1. Изменение отношений питательных элементов в зависимости от содержаний азота, пятиокиси фосфора и окиси калия в целевом продукте

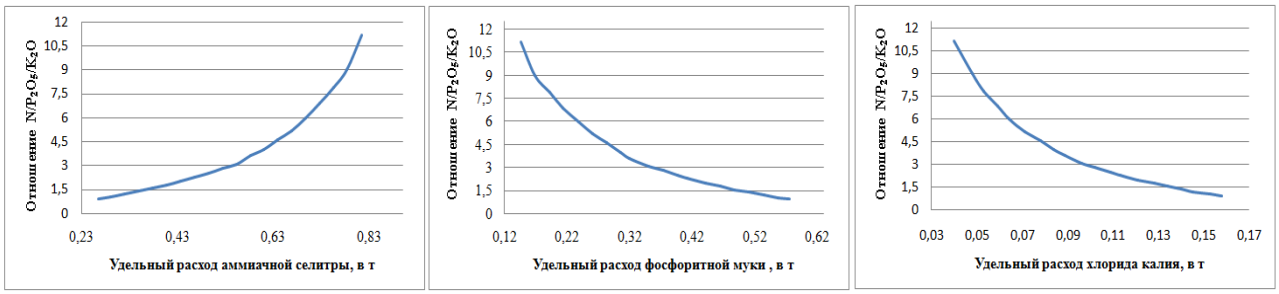


Рис.2. Изменение отношений питательных элементов в зависимости от удельных расходов аммиачной селитры, фосфоритной муки и хлорида калия в целевом продукте

Из полученных результатов следует, что повышение отношения $N/(P_2O_5+K_2O)$ в целевых продуктах сопровождается двумя противоположными процессами: увеличением с возрастанием содержания азота и удельного расхода аммиачной селитры, и снижением с увеличением содержаний фосфора, калия и удельных расходов фосфоритной муки и хлорида калия в них. В связи с этим дальнейшие исследования проводились методом рототабельного планирования эксперимента второго порядка (метод Бокса-Хантера) [16]. Параметром оптимизации было отношение $N/(P_2O_5+K_2O)$ в продукте. В таблице 3 приведена матрица планирования экспериментов и их результаты.

Таблица 3 - **Матрица планирования и результаты исследований влияния расходов аммиачной селитры, фосфоритной муки и хлорида калия в исходной смеси на отношения питательных элементов в целевых продуктах**

№ пп	Переменные						Отношение $N/(P_2O_5+K_2O)$ в удобрений
	Кодированный вид			Натуральный вид			
	X_1	X_2	X_3	АС, т	ФМ, т	KCl, т	
1	+1	+1	+1	0,708	0,475	0,131	1,50
2	-1	+1	+1	0,396	0,475	0,131	0,84
3	+1	-1	+1	0,708	0,229	0,131	2,00
4	-1	-1	+1	0,396	0,229	0,131	1,18
5	+1	+1	-1	0,708	0,475	0,063	2,50
6	-1	+1	-1	0,396	0,475	0,063	1,14
7	+1	-1	-1	0,708	0,229	0,063	3,00
8	-1	-1	-1	0,396	0,229	0,063	1,75
9	+1,68	0	0	0,814	0,352	0,097	2,90
10	-1,68	0	0	0,290	0,352	0,097	0,80
11	0	+1,68	0	0,552	0,557	0,097	1,20
12	0	-1,68	0	0,552	0,146	0,097	1,70
13	0	0	+1,68	0,552	0,352	0,153	1,20
14	0	0	-1,68	0,552	0,352	0,040	2,20
15	0	0	0	0,552	0,352	0,097	1,58
16	0	0	0	0,552	0,352	0,097	1,68
17	0	0	0	0,552	0,352	0,097	1,65
18	0	0	0	0,552	0,352	0,097	1,55
19	0	0	0	0,552	0,352	0,097	1,53
20	0	0	0	0,552	0,352	0,097	1,52

На основании данных таблицы 3 по [17] получены уравнения регрессии влияния расходных показателей аммиачной селитры, фосфоритной муки и хлорида калия в исходной смеси на отношения $N/(P_2O_5+K_2O)$ в кодированном и натуральном видах:

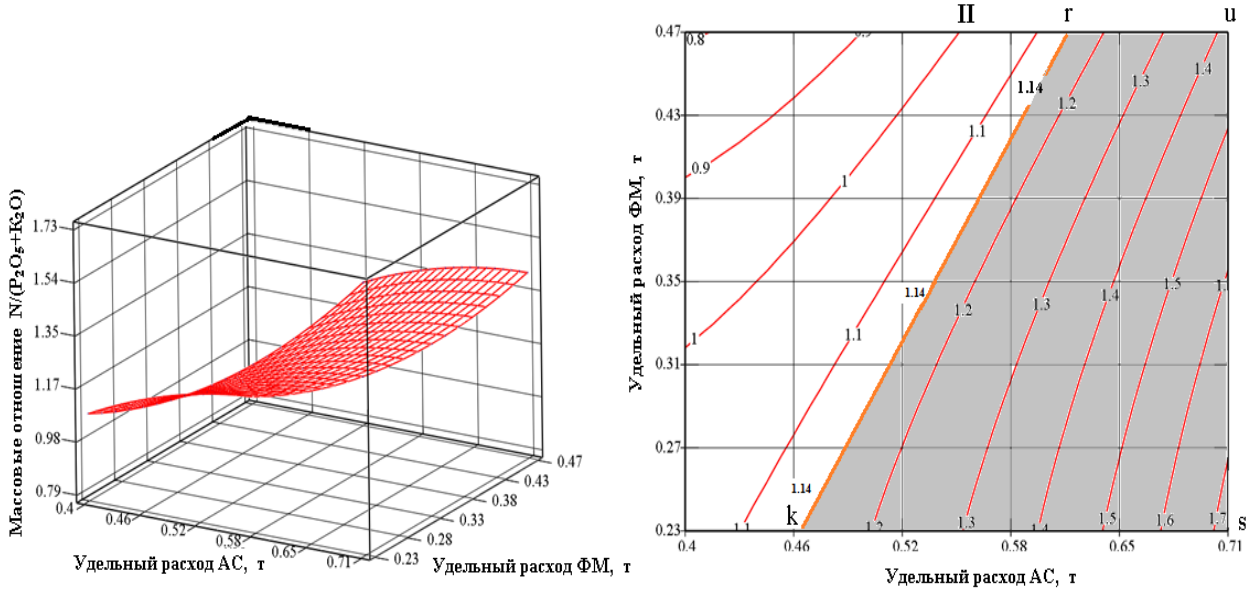
$$N/(P_2O_5+K_2O)_{код} = 4{,}449\cdot Z_1^2 - 0{,}3251\cdot Z_1\cdot Z_2 - 26{,}631\cdot Z_1\cdot Z_3 + 1{,}362\cdot Z_1 - 2{,}189\cdot Z_2^2 + 8{,}07\cdot Z_2\cdot Z_3 - 0{,}722\cdot Z_2 + 47{,}803\cdot Z_3^2 - 7{,}214\cdot Z_3 + 1{,}462 \quad (1)$$

$$N/(P_2O_5+K_2O)_{нат} = 1{,}462 + 1{,}362\cdot АС - 0{,}722\cdot ФМ - 7{,}214\cdot KCl + 4{,}449\cdot АС^2 - 2{,}189\cdot ФМ^2 + 47{,}803\cdot KCl^2 - 0{,}3251\cdot АС\cdot ФМ - 26{,}631\cdot АС\cdot KCl + 8{,}07\cdot ФМ\cdot KCl \quad (2)$$

Оценка значимости коэффициентов уравнения регрессии (2) проводилась по критерию Стьюдента, а адекватность уравнения оценивалась по критерию Фишера.

В нашем случае табличное значение критерия Фишера составляет 5,10, а расчетное, с учетом 5% ошибки эксперимента, составляет 5,00. В связи с тем, что $F_{табл} > F_{расч}$, полученное уравнение регрессии является адекватным.

На основании уравнения (2) по программе MathCAD [18] построены объёмные изображения поверхностей отклика $N/(P_2O_5+K_2O)_{нат} = f(АС, ФМ$ при $KCl = const = 0{,}097; 0{,}063; 0{,}131; 0{,}154; 0{,}352$ т (по данным таблицы 3)) и их горизонтальные разрезы. На рисунке 3 показаны объемное изображение поверхности отклика изучаемой зависимости при KCl = const = 0,154т и соответствующие горизонтальные разрезы, а на рисунке 4 – горизонтальные разрезы объемных изображений поверхностей отклика, построенных при KCl = const = 0,097; 0,063; 0,131; 0,352 т.



I - Объёмное изображение, II - Горизонтальные разрезы

Рис.3. Влияние расходов аммиачной селитры и фосфоритной муки на отношение питательных веществ $N/(P_2O_5+K_2O)$ в целевом продукте при KCl = const = 0.154т.

Из рисунков 3,4 и табл. 4 видно, что наименьшее значение параметра оптимизации - отношения $N/(P_2O_5+K_2O)$ характерно технологической области rusk. Поэтому оптимизацию исследуемого процесса необходимо проводить в пределах данной области rusk. В таблице 4 приводятся значения технологических параметров в области rusk.

Таблица 4 – **Границы технологических параметров в области rusk**

Точки на рис.	Расход АС, т	Расход ФМ,т	Расход KCl, т	Отношение $N/(P_2O_5 + K_2O)$ в целевом продукте
r	0,61	0,47	0,154	1,14
u	0,71	0,47	0,154	1,40
s	0,71	0,23	0,154	1,73
k	0,47	0,23	0,154	1,14

Из рисунка 3 и таблицы 4 следует, что оптимальные параметры расходов аммиачной селитры и фосфоритной муки при максимально допустимом удельном расходе хлорида калия, равном 0,154т, для отношения $N/(P_2O_5+K_2O)$ в целевом NPK – удобрении от 1.14 до 1,73 находятся по линиям ks (для АС) и su (для ФМ). То есть, удельный расход АС может изменяться от 0,47т до 0,71т, а ФМ от 0,23т до 0,47т.

На рисунках 3,4 отмечены области mnpj, xyzh, abcd, qwvf, rusk, в которых отношения $N/(P_2O_5+K_2O)$ = 1,14 - 3,50.

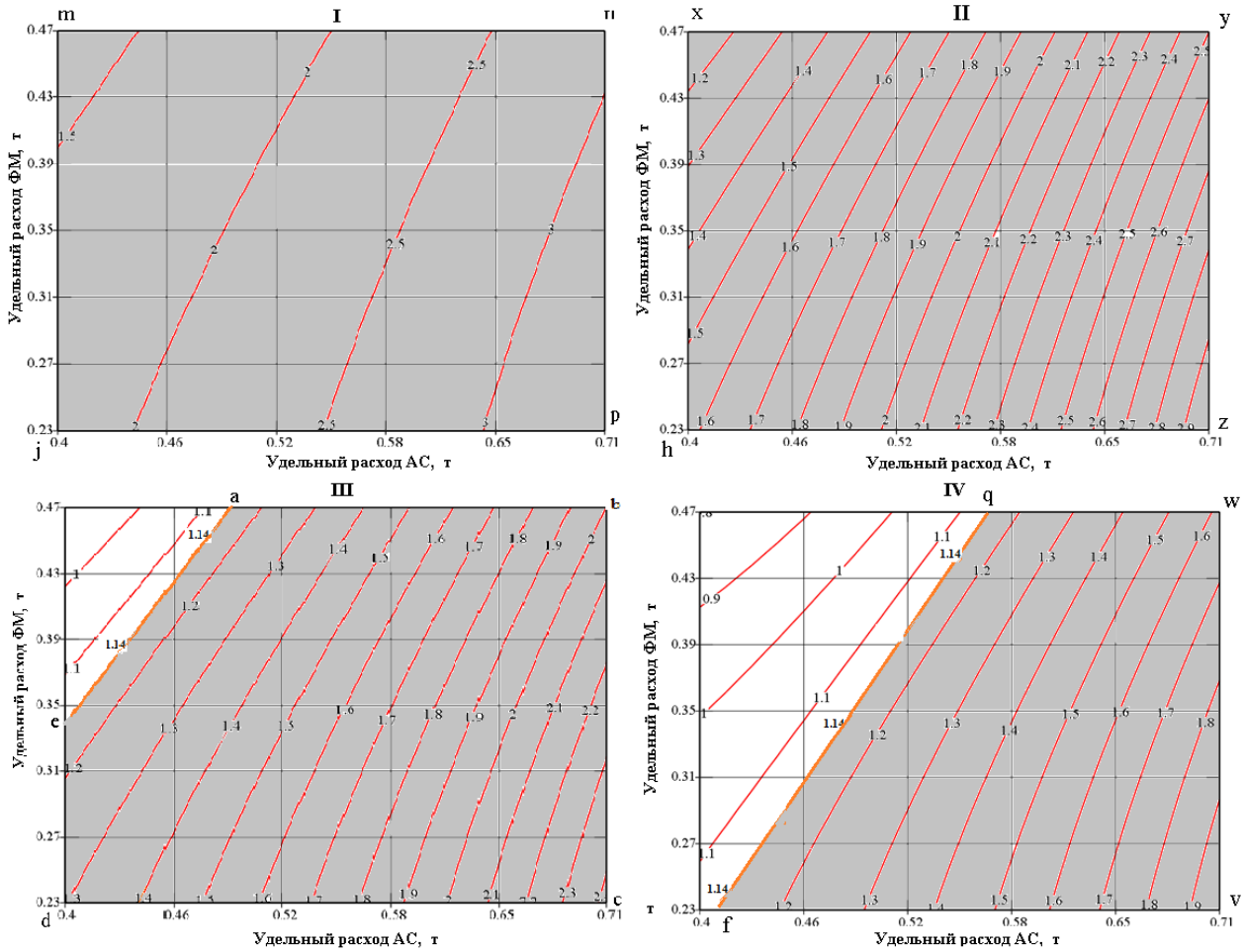


Рис.4. Влияние расходов аммиачной селитры и фосфоритной муки на отношение питательных веществ $N/(P_2O_5+K_2O)$ в целевом продукте при расходах KCl=const

Цифры на линиях горизонтальных разрезов - отношения питательных веществ в целевых продуктах, соответствующие постоянным расходам хлорида калия (KCl): I – 0,04т, II - 0,063т, III – 0,097т, IV – 0,131т

Кроме отношения $N/(P_2O_5+K_2O)$ в целевом продукте должны быть соблюдены современные нормативные требования к качеству удобрительной продукции по прочности не выше 60 Н/гр, по размеру гранул 2-4мм и по их выходу в составе продукта не менее 83-89 %. Как следует из данных таблицы 2, при их соблюдении отношение $N/(P_2O_5+K_2O)$ в целевом продукте должно быть $\geq$1,14. В таблице 6 приведена информация о границах параметров оптимизации и переменных факторов для условия $N/(P_2O_5+K_2O)$ $\geq$1,14.

Таблица 5 - **Границы параметров оптимизации и переменных факторов**

Технологическая область	Расход АС, т	Расход ФМ,т	Расход KCl, т	Параметр оптимизации, $N/(P_2O_5+K_2O)$
mnpj	0,4 – 0,71	0,23 – 0,47	0,040	1,30 - 3,50
xyzh	0.4 - 0.71	0,23 – 0,47	0,063	1,15 – 3,00
abcd	0,4 – 0,71	0,34 – 0,47	0,097	1,14 – 2,43
qwvf	0,41 – 0,71	0,23 – 0,47	0,131	1,14 – 1,95
rusk	0,47 – 0,71	0,23 – 0,47	0,154	1,14 – 1,73

Вывод. На основании результатов, полученных при моделировании процесса влияния удельных расходов аммиачной селитры, фосфоритной муки и хлорида калия на соотношения питательных веществ в целевых NPK – удобрениях, с отношениями ($N/(P_2O_5 + K_2O)$ в их составе в пределах (1,14 -3,50), на основе раствора аммиачной селитры, концентрации 64-71%, фосфоритной муки Чилисай и товарного хлорида калия, расходы аммиачной селитры, фосфоритной муки и хлорида калия в их смеси следует поддерживать по аммиачной селитре в пределах (0,4 – 0,71)т, и по фосфоритной муке – (0,23 – 0,47)т и по хлориду калия – (0,040 - 0,131)т. При максимально допустимом расходе хлорида калия, равном 0,154 т, соответствующие расходы аммиачной селитры и фосфоритной муки смогут быть поддержаны в пределах (0,47 - 0,71)т и (0,23 - 0,47)т. При этом, в составе получаемых ассортиментов NPK – удобрений, суммарные содержания питательных элементов составят: 30% - 31%; что достаточно убедительно свидетельствует об их высокой агрохимической ценности.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Чернышев А. К., Левин Б. В., Туголуков А. В., Огарков А. А., Ильин В. А., Аммиачная селитра: свойства, производство, применение. Москва: INFOKhIM 2009

[2] J. Oxley, J. Smith, E. Rogers, M. Yu, Ammonium nitrate: Thermal stability and explosivity modifiers, Thermochim Acta, 384, 1, 2002, 23-45.

[3] N. Dechy, T. Bourdeaux, N. Ayrault, M. Kordek, J. Le Coze, First lessons of the Toulouse ammonium nitrate disaster, 21st September 2001, AZF plant, France, J. Hazard Mater, 111, 1-3, 2004, 131-138.

[4] Лавров В.В., Шведов К.К. О взрывоопасности аммиачной селитры и удобрений на ее основе // Научно-технические новости: «ИНФОХИМ» Спецвыпуск, 2004 г. №2. С. 44-49.

[5] Sinditskii VP, Egorshev VYu, Levshenkov AI, Serushkin VV (2005) Ammonium nitrate: Combustion mechanism and the role of additives, Propellants Explos. Pyrotech. 4:269–280

[6] Овчинников Л. Н., Тюренкин С. В., Королёв Д. А. Математическая модель по регулированию химического состава гранул NK-удобрений. (Ивановский государственный химико-технологический университет) // Изв. Высших учебных заведений. Серия химия и хим. технология. 2008, 51, №3, С. 96-98

[7] Российская Федерация, патент №2216526; МПК C05B 11/06 (2006.01), C05G1/00 (2006.01). Абрамов О.Б., Способ получения сложного NPK – удобрения с регулируемым соотношением питательных веществ. №2002125154/12, Заявл. 19.09.2002; Опубл. 20.11.2003.

[8] Российская Федерация, патент № 2378232; C05C 1/00 (2006.01). Абрамов О.Б., Бойков С.В., Захарова О.М., Киселевич П.В., Медянцева Д.Г. Способ получения сложного азотно-фосфорного минерального удобрения. ЗАО «ЗМУ Кирово-Чепецкого химического комбината (RU), № 2008133089/15; Заявл. 11.08.2008; Опубл. 10.01.2010.

[9] Российская Федерация, патент №2626947; МПК C01C 1/00 (2006.01), C05C 1/00 (2006.01), A01P 21/00 (2006.01). Туголуков А.В., Валышев Д.В., Елин О. Л. Фосфор калий азот содержащее NPK – удобрение и способ получения гранулированнного фосфоркалий-азотсодержащего NPK – удобрения. АО «Минерально-химическая компания «ЕвроХим» (RU), № 2016107776; Заявл. 03.03.2016; Опубл. 02.08.2017.

[10] Маденов Б.Д., Сейтпазаров .4. Р., Беглов Б. М. Азотнофосфорные удобрения, получаемые введением в плав аммиачной селитры фосфоритной муки Чилисайского месторождения. // Хим. пром-сть. 2012.89, № 7, С. 327-332.

[11] Воробьева Т.А., Костина Н.В., и др. Исследования физико-механических свойств удобрений на основе аммонийной селитры с неорганическими добавками. // Изв. вузов. Химия и хим. технол. 2013, 56, №11, С. 100-103.

[12] Пак Д.Г., Маматалиев А.А., Намазов Ш.С.,и др. Азотфосфоркалийсодержащие удобрения на основе аммиачной селитры, фосмуки центральных Кызылкумов, местного хлорида калия и их физико-химические и товарные свойства. Узб. Хим. ж. 2017, №1, С. 59-66.

[13] Ботиров Б. Б., Беглов Б. М. Пути повышения качества аммиачной селитры. (ИОНХ АНРУз). // Хим. технол. Контроль и упр. 2008, №6, С.12-24.

[14] Горнодобывающая компания ТОО "Темир-Сервис" https://temir-servis.satu.kz/.
[15] Технологический регламент производства аммиачной селитры (2012) ТР КазАзот 10.53.1011.004-12.
[16] Ахназарова С.А., Кафаров Б.В. Методы оптимизации эксперимента в химической промышленности. - М.: Высшая школа, 1985. - 327с.
[17] Инков А.М., Тапалов Т., Умбетов У.У., Ху Вен Цен В., Ахметова К.Т., Дьякова Е.Т. Методы оптимизации: электронная книга. ЮКГУ, 2000
[18] Очков В.Ф. Mathcad 14 для студентов, инженеров и конструкторов. – Санкт-Петербург: БХВ - Петербург, -2007. - 368с.

Кыдыралиева А.Д., Бестереков У., Петропавловский И.А., Болысбек А.А., Ураков К.Н.

Аммиак селитрасы, фосфорит ұны және калий хлоридінің меншікті шығындарының NPK – тыңайтқышындағы қоректік элементтер қатынасына әсерін модельдеу

Түйіндеме. Мақалада аммиак селитрасы ерітіндісінің, фосфорит ұнның және калий хлоридінің негізінде алынатын, NPK – тыңайтқыш қоректік элементтердің күтілетін құрамдарын $N/P_2O_5/K_2O$ %, 19,0/6,0/6,0; 16,0/7,0/7,0; 15,0/7,5/7,5; 10,0/10,0/10,0 немесе 3,1/1/1; 2,28/1/1; 2,00/1/1; 1,05/1/1 қатынастарын реттеу бойынша зерттеулердің нәтижелері келтіріледі. Зерттеулер зертханалық-тәжірибелік-өндірістік жағдайларда жүргізілді, Хантер бокстың екінші тәртібін рототабельді жоспарлау - модельдеу әдісін пайдалана отырып жалғастырылды. Аммиакты селитраның, фосфоритті ұнның және калий хлоридінің мақсатты өнімдердегі қоректік элементтердің құрамына тәуелсіз ауыспалы - үлестік шығыстарының әсері анықталды. Қарастырылып отырған жүйеде олардың өзгеруі екі қарама-қарсы процестермен сүйемелденетіні анықталды: аммиак селитрасының үлес шығысының ұлғаюымен және фосфорит ұнының және ондағы калий хлоридінің үлес шығысының ұлғаюымен төмендейді. Мақсатты өнімдердегі қоректік элементтердің қатынасына тәуелсіз айнымалылардың әсер ету регрессиясының барабар теңдеуі табылды. Аммиакты селитраның 0,4 т-0,71т, фосфоритті ұнның 0,23 т - 0,47т және калий хлоридінің 0,04-0,154т үлестік шығыстарының қоректік заттардың ($N/(P_2O_5 + K_2O)$ қатынасына әсер ету процесін модельдеу кезінде 1,14-тен 3,5-ке дейін өседі. Бұл ретте құрамында 30% - дан 31% - ға дейін азот, бес тотықты фосфор және калий оксиді бар жоғары агрохимиялық құндылығы бар NPK-тыңайтқыштардың тұтас жиынтығын алуға болады.

Түйін сөздер: аммиак селитрасы, фосфорит ұны, калий хлориді, қоректік заттар, NPK тыңайтқыштар.

УДК 58.084.1

[1]Kh.S. Yevloyeva, [1]S.D. Atabayeva , [2]S.V. Didorenk, [1]R.A. Alybayeva, [1]G.K. Kamshybayeva
([1]al-Farabi Kazakh national University., Almaty, Republic of Kazakhstan
[2]LLP “Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant growing”v, Almalybak v., Almaty region, Republic of Kazakhstan.
E-mail: [1]khavayevloyeva@gmail.com)

IRON AND CALCIUM CONTENT IN SOME SOY VARIETIES

Abstract. The article presents the results of determining the quantitative content of iron and calcium in soybean varieties grown in the Almaty region. The analysis was carried out by atomic adsorption method. The obtained data allow us to recommend the "Almaty" variety in the production of pharmacological drugs for the prevention and treatment of bone diseases and anemia.

Keywords: soy, iron ions, calcium ions, atomic adsorber, osteoporosis, anemia

[1]Х.С. Евлоева, [1]С.Д. Атабаева, [2]С.В. Дидоренко, [1]Р.А. Алыбаева, [1]Г.К. Камшыбаева
([1]Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г.Алматы, Республика Казахстан
[2]ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства», п. Алмалыбак, Алматинская область, Республика Казахстан
E-mail: [1]khavayevloyeva@gmail.com)

СОДЕРЖАНИЕ ЖЕЛЕЗА И КАЛЬЦИЯ В НЕКОТОРЫХ СОРТАХ СОИ

Аннотация. В статье приведены результаты определения количественного содержания железа и кальция в сортах сои, выращиваемых в Алматинской области. Анализ проведен атомно-адсорбционным методом. Полученные данные позволяют рекомендовать сорт «Алматы» в производстве фармакологических препаратов для профилактики и лечения заболеваний костей и анемии.

Ключевые слова: соя, ионы железа, ионы кальция, атомный адсорбер, остеопороз, анемия

Введение. В естественных, природных биоценозах микроэлементный состав растений определяется не только уровнем концентрации, но и соотношением каждого отдельного микроэлемента с другими составляющими и подтверждает идею о химическом составе растительных растений как о систематическом признаке [1].

Содержание микроэлементов в растениях зависит от физиологических потребностей и экологических условий произрастания. Немалое влияние на качественный и количественный состав растений оказывают как видовая принадлежность растений, так и условия их выращивания. Микроэлементная специализация растений в условиях агрофитоценозов корректируется также и использованием различных видов удобрений [2].

Микроэлементы, входящие в состав растений, оказывают прямое влияние на здоровье человека. Несбалансированное содержание микроэлементов в организме человека ведет к возникновению эндемических, т.е. характерных для определенных регионов, заболеваний [3].

Последствия нарушения микроэлементного состава четко просматриваются по всем этапам трофических связей от растений и животных до человека. Так, при недостатке микроэлементов у человека могут возникнуть любые заболевания от обычного насморка до сложных онкологических заболеваний [4].

На сегодняшний день важным является определение приоритетных культур возделываемых растений, с учетом статистики заболеваний, связанных с регионами возделывания данных культур, экономической рентабельностью и другими важными показателями. Культура растений сои отвечает всем выше перечисленным, необходимым для возделывания требованиям, решая комплекс проблем, связанных как с эндемическими заболеваниями, так и с экономическими запросами рентабельности. Растения сои, являясь источниками, богатыми спектром биологически ценных соединений могут быть использованы в производстве фармакологических препаратов, как в профилактике, так и в лечении серии заболеваний. Высокое содержание белка с большим количеством незаменимых аминокислот в соевых бобах, позволяет рекомендовать сою в рацион правильного питания [5].

Соя относится к важнейшим возделываемым зерновым культурам. Занимая основную часть посевных площадей, эти растения являются первичным пищевым источником различных соединений и микроэлементов для человека. Микроэлементы, несмотря на низкие концентрации, принимают активное участие во всех жизненно важных биохимических процессах [6].

Соевые бобы отличаются высоким содержанием кальция, который составляет 24% от ежедневного предполагаемого приема микроэлементов. Кальций помогает поддерживать здоровье костей и зубов, а также высвобождает ферменты и гормоны. Также соя отличается относительно высоким содержанием калия. Одна чашка жареных соевых бобов содержит больше калия, чем весь его ежедневный рекомендуемый прием [7]. Калий необходим для поддержания правильной функции сердца и мышц. Другим важным минералом, содержащимся в жареных соевых бобах, является магний. В одной чашке содержится 93% ежедневного потребления этого микроэлемента, которое поддерживает иммунную систему и функции сердца, мышц и нервов [8].

Соя, являясь источником кальция, железа, и других микроэлементов, в то же время отличается низким содержанием натрия. 100 г. приготовленных соевых бобов обеспечивает организм следующим количеством веществ: 10% кальция, 12,5% железа, 18% магния, 23% меди, 12% калия [9].

Благодаря высокому содержанию кальция и железа, сою можно использовать для профилактики заболеваний, связанных с обменом веществ. Минеральные элементы сои принимают активное участие во всех жизненно важных процессах, являясь незаменимыми нутриентами, которые должны поступать с пищей [10]. Соя является эффективным средством борьбы с остеопорозом. Входящие в состав сои изофлавоны, позволяют компенсировать нехватку эстрогенов – основной причины остеопороза у женщин во время менопаузы [11].

Особенностью железа является участие его ионов в процессах кроветворения, где он связывает субъединицы белка в составе гемоглобина. Дефицит железа приводит к анемии и нарушению иммунной системы [12].

Ионы кальция участвуют в работе гладкой и скелетной мускулатуры, в передаче нервных импульсов, в процессе свертывания крови, в сохранении целостности и укреплении костной ткани, укреплении мышц костей [13].

Материалы и методы. Объектом исследования явились три сорта сои: «Алматы», «Ласточка», «Вита», выращиваемые в Алматинской области. Для количественного определения содержания ионов железа и кальция в сортах сои был использован атомно-адсорбционный метод. Анализы проводились в лаборатории ТОО «Нутритест».

Атомно-адсорбционный метод определения количественного содержания ионов тяжелых металлов основан на распылении раствора минерализата испытуемой пробы в воздушно-ацетиленовом пламени. Металлы, находящиеся в растворе минерализата, попадая в пламя, переходят в атомное состояние. Величина адсорбции света с длиной волны соответствующей резонансной линии, пропорциональна значению концентрации металла в испытуемой пробе [14].

Отбор и подготовку пробы к испытанию проводили в соответствии с нормативной документацией на данный вид продукции [14]. Из лабораторной пробы для испытания отобрали две параллельные навески в соответствии с параметрами атомного адсорбера. Минерализацию проб также проводили в соответствии с государственным стандартом [15].

Приготовление испытуемого раствора проводили при использовании способа сухого озоления и кислотной экстракции озолением. Золу растворяют в тигле при нагревании в азотной кислоте (1:1) необходимой по объему из расчета 1 – 5 см^3 кислоты на навеску в зависимости от зольности продукта. Раствор выпаривают до влажных солей. Осадок растворяют в 15-20 см3 азотной кислоты массовой долей 1 %, количественно переносят в мерную колбу вместимостью 25 см^3 и доводят до метки той же кислотой. При неполном растворении золы полученный раствор упаривают до влажных солей, перерастворяют в минимальном объеме соляной кислоты (1:1) по объему, еще раз упаривают до влажных солей и растворяют в 15-20 см^3 соляной кислоты массовой долей 1 %.

В случае неполного растворения золы после вторичной обработки, полученный раствор с осадком доводят до объема 30 - 40 см^3 соляной кислотой с массовой долей 1 % и подогревают на водяной бане или электроплитке при слабом нагреве в течение 0,5 ч.

Если и в этом случае полного растворения не наблюдается, раствор отфильтровывают через промытый растворителем фильтр, осадок промывают и отбрасывают, а фильтрат переносят в мерную колбу вместимостью 50 см^3 и доводят до метки той же кислотой. Для дальнейшего определения концентрации ионов железа и кальция использовали соответствующие длины волн, для железа – 248,3 нм, для кальция – 4404,5 нм.

Результаты и их обсуждение. В результате проведенных экспериментов были получены количественные показатели содержания ионов железа и кальция в исследуемых сортах сои.

Полученные показатели количественного содержания ионов железа (рисунок 1) в мг на 100 г сухого вещества расположили исследуемые сорта в следующей последовательности: «Алматы» (9,170) > «Ласточка» (8,620) > «Вита» (8,480). Наибольшим количеством ионов железа соответственно обладает сорт «Алматы».

При определении содержания ионов кальция (рисунок 2), анализируемые сорта расположились аналогично предыдущим и имеют следующие показатели: «Алматы» (380) > «Ласточка» (370) > «Вита» (320).

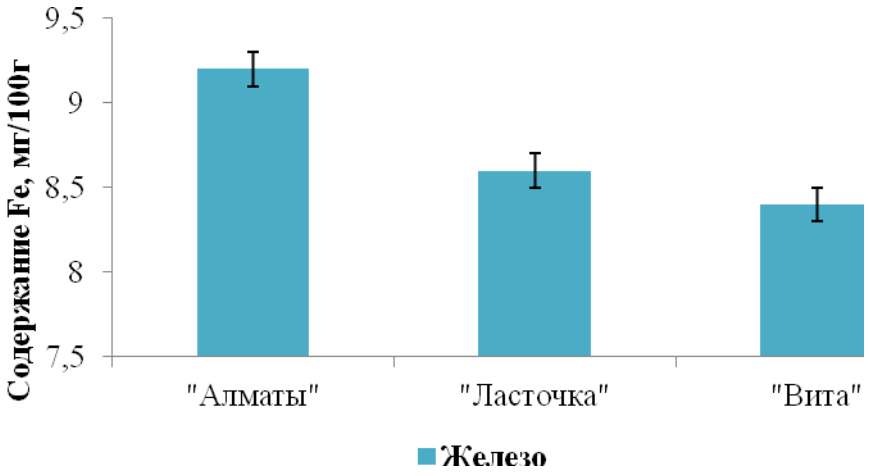


Рис. 1. Содержание железа в семенах различных сортов сои

Сравнивая данные, полученные в ходе эксперимента, с литературными, по которым суточная норма потребления железа составляет 10 мг в сутки [16], можно заметить, что сорта сои «Алматы» и «Ласточка» имеют равные и превышающие показатели – 9,1 мг и 8,6 мг на 100г сухой массы

соответственно. Сорт «Вита» имеет непринципиальные отличия т.к. его показатель количественного содержания железа равен 8.4 мг на 100 г сухой массы.

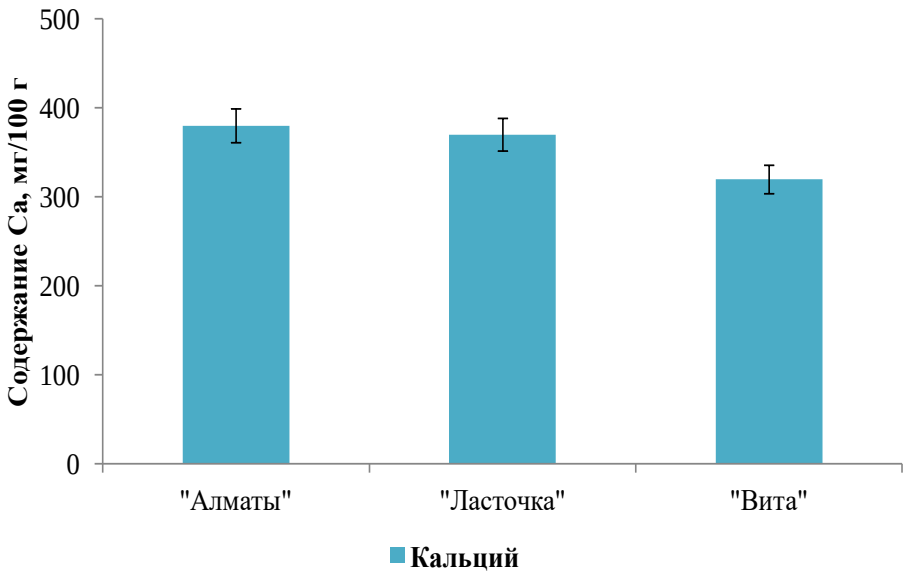


Рис. 2. Содержание кальция в семенах различных сортов сои

Что касается содержания кальция, как видно из диаграммы, изображенной на рисунке 2 между сортами «Алматы» и «Ласточка» нет достоверных отличий. В соответствии с установленными суточными нормами [16], которые составляют 200 мг кальция в сутки, перечисленные сорта в разы превышают эти показатели, что позволяет использовать их уже как источники микроэлементов для производства препаратов. Наименьшее содержание кальция имеет сорт «Вита», (320мг на 100 г сухой массы) тем не менее, это больше, чем установленная суточная доза.

Заключение. По результатам данного исследования были получены количественные показатели содержания ионов железа и кальция в трех сортах сои, среди которых наивысшими показателями обладает сорт «Алматы» (железо - 9,170 мг на 100 г сухой массы, кальций – 380мг на 100 г сухой массы). Полученные данные позволяют рекомендовать сорт «Алматы» для более глубокого исследования его химического состава и дальнейшего использования в производстве фармацевтических препаратов предупреждающих заболевания костей и анемии. Такие микронутриенты, как железо и кальций играют важную роль в обменных процессах, поэтому организм должен получать их в установленных суточных дозировках. Употребление сои способствует увеличению, следовательно, нормализации гемоглобина, что предупреждает анемию, а также способствует улучшению и восстановлению костных тканей, что в свою очередь уменьшает риск возникновения остеопороза.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Смирнов П.М., Муравин Э.А.Химический состав растений и качество урожая. Агрохимия. – Учебное пособие, - 2-е изд., 2012г. С. 168-173.

[2] Сосорова С.Б., Меркушева М.Г., Убугунов Л.Л.., Содержание микроэлементов в лекарственных растениях разных экосистем. //Химия растительного сырья – 2016. – №2. – С. 53–59.

[3] Леонов Ю.Д. Соя // Натиаминаниве Кубанской. – 2000. - №3(14) – С. 13-14.

[4] Протасова Н.А. , Микроэлементы: биологическая роль, распределение в растениях, влияние на распространение заболеваний человека и животных. – Учебное пособие, Воронежский государственный университет, 2004 г. С. 26

[5] Brown – Lima C., M. Cooney and D. Clearly, 2010. An overview of the Brazil – China soybean trade and its strategic implications for conservation. The Nature conservancy, P. 39

[6] Петибская В.С., Баранов В.Ф., Кочегура А.В., Зеленцов С.В. Соя: качество, использование, производство. – М.: Агрономические науки, 2000 г. С. 121

[7] Зеленцов С. В., Кочегура А. В. Современное состояние систематики культурной сои Glycinemax (L.)

Merrill // Масличные культуры : Научно - технический бюллетень. — Всероссийского научно - исследовательского института масличных культур, 2006. — № 1(134). С. 32-39

[8] Anetor, M. O. ,Akinrinde, E. A. (2006). Response of Soybean [Glycine max (L.) Merrill] to Lime and Phosphorus Fertilizer Treatments on an Acidic Alfisol of Nigeria. Pakistan Journal of Nutrition, Vol. 5, No. 3, P. 286-293, ISSN 1680-5194

[9] Петибская В.С., Баранов В.Ф., Бочкарев Н.И., Тимофеенко Т.И., Зеленцов С.В., Махонин В.Л. Соя: химический состав и использование/ Под редакцией академика РАСХН, д-ра наук В.М. Лукомца.- Майкоп: «Полиграф - ЮГ», 2012 г. С. 20-25

[10] Федосеева А. А., Лебедкова О. С., Каниболоцкая Л. В. Питательные свойства соевых бобов // Химия растительного сырья. 2008. № 3. С. 123–127.

[11] L. H. Yao, Y. M. Jiang, J. Shi et al., “Flavonoids in food and their health benefits,” Plant Foods for Human Nutrition, vol. 59, no. 3, 2004.P. 113–122.

[12] Биохимия наследуемых нарушений метаболизма. Избранные разделы. Коллектив авторов. Под ред. Ещенко Н.. – СПб. Издательский дом Санкт-Петербургского государственного университета, 2011г. С. 156

[13] Ластухин Ю.О. Химия неорганических соединений. Кальций/ учебная литература: книга. Львов. Изд. Центр «ИНТЕЛЕКТ». – 2005 г. С.558

[14] ГОСТ 30178-96

[15] ГОСТ 26929

[16] https://fdc.nal.usda.gov/ (USDA Nutrient database, дата обращения 23.02.2020)

Евлоева Х.С., Атабаева С.Д., Дидоренко С.В., Алыбаева Р.А., Камшыбаева Г.К.

Сояның кейбір сорттарындағы темір және кальций мөлшері

Резюме Мақалада Алматы облысында өсірілетін соя сортарындағы темір мен кальцийдің сандық құрамын анықтау нәтижелері келтірілген. Талдау атомдық-адсорбциялық әдіспен жүргізілді. Алынған мәліметтер сүйек пен анемия ауруларының алдын алу және емдеу үшін фармакологиялық препараттар өндірісінде "Алматы" сортын ұсынуға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: соя, темір иондары, кальций иондары, атомдық адсорбер, остеопороз, анемия.

МАЗМҰНЫ

Жер туралы ғылымдар

Танабекова Г.Б., Жапаркулов Т.М., Жакупақынов Б.А., Оразбаев А.Е.
ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ СИВЕРС АЛМАСЫНЫҢ (MALUS SIEVERSII) ЗИЯНКЕС ЖӘНДІКТЕРГЕ БАЙЛАНЫСТЫ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫ..... 3
Досхожаев А.С, Унаспеков Б.А, Войтов Е.Л, Сколубович Ю.Л.
АУЫЗ СУМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ҮШІН ТАБИҒИ СУЛАРДЫ ТАЗАРТУ ҮШІН АРНАЙЫ ТИЕУДІ ПАЙДАЛАНУ…… 7
Тлеуберлина О.Б.
«АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ ТОПЫРАҚ ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МӘСЕЛЕСІН ТАЛДАУ»..... 12
Баязитова З.Е., Тлеуова Ж.О., Жапарова С.Б., Макеева Л.А., Агайдарова А.А.
"ALTYNTAU KOKSHETAU" АҚ-ДА ЛАСТАУШЫ ЗАТТАР ШЫҒАРЫНДЫЛАРЫ КӨЗДЕРІНЕН АТМОСФЕРАЛЫҚ АУАНЫҢ ЛАСТАНУ ДЕҢГЕЙІН БАҒАЛАУ..... 16
Байботаева А.Д., Исаева А.У., Кенжалиева Г.Д., Босак В.Н., Кочеров Е.Н., Усенкулова Ш.Ж.
ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ТОПЫРАҒЫН БАҒАЛАУДАҒЫ ЛЮМБРИЦИДТЕРДІҢ БИОИНДИКАЦИЯЛЫҚ РӨЛІ..... 19
Сергеева А.М., Сапаров Қ.Т., Көшім А.Ғ.
БАТЫС ҚАЗАҚСТАН АЙМАҒЫНДА ЕМДЕУ-САУЫҚТЫРУ ТУРИЗМІН ҰЙЫМДАСТЫРУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ..... 24
Сидорова Н .В., Байгали А.Б., Рахат А.Е., Калдыбекызы М.
ТҮРКІСТАН ОБЛЫСЫНДАҒЫ АУЫСЫМ ЛАГЕРІНІҢ ТҰРМЫСТЫҚ АҒЫНДЫ СУЛАРЫН БИОЛОГИЯЛЫҚ ТАЗАРТУ ҚҰРЫЛЫМДАРЫНЫҢ ЖҰМЫС ІСТЕУ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ..... 31
Мақұлбекова Г., Кочеров Е., Пивоваров А., Кенжалиева Г., Мамитова А.
ӨРТ ҚАУІПСІЗ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТАЗА ЖЫЛУ ОҚШАУЛАУЫШ КЕРАМЗИТТІ ГРАНУЛЯТТАР АЛУҒА ЖАРАМДЫ ТҮРКІСТАН ОБЛЫСЫ КЕН ОРЫНДАРЫНЫҢ САЗДЫ ШИКІЗАТТАРЫН ТАЛДАУ ЖӘНЕ БАҒАЛАУ..... 36
Сидорова Н.В., Рахат А.Е., Кадырсизова Б.Б., Байгали А.Б.
ТҰРМЫСТЫҚ АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ ҚОРЕКТІК ЗАТТАРДАН ТАЗАРТУ ӘДІСТЕРІ..... 39
Солтабаева С.Т., Нукарбекова Ж.М., Бегалиева М.Ж.
ТОПОГРАФИЯДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕР МЕН ТЕХНОЛОГИЯЛАР, КВАДРОКОПТЕРМЕН АЛЫНҒАН ТҮСІРІЛІМДЕРДІ КОМПЬЮТЕРЛІК БАҒДАРЛАМАДА ӨҢДЕУ..... 44
Кемелхан А.М., Баймаханов Г.А ,Есенкулова Ж.Ж.
LEED ЖӘНЕ BREEAM ЖАСЫЛ СТАНДАРТТАРЫН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ…….. 49
Бекетова А.Т., Берденов Ж.Г., Мендыбаев Е.Х., Саипов А.А.
АҚТӨБЕ ОБЛЫСЫНЫҢ ӘЛЕУМЕТТІК-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ДАМУЫНЫҢ КЕШЕНДІ ТАЛДАУЫ..... 55
Заурбеков Т.Т., Досалиев К.С., Босак В.Н.
ТАЛШЫҚТЫ-ЦЕМЕНТ ӨНІМІ ӨНДІРІСІНДЕГІ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫҢ ЛАСТАНУЫ..... 61
Досхожаев А. С., Унаспеков Б. А., Войтов Е. Л., Солобович Ю. Л.
АУЫЗ СУДЫ ДАЙЫНДАУДЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ӘЗІРЛЕУ……. 64
Ибрагимова Э.Қ., Абдраимова Қ.Т.
ТҮРКІСТАН АЙМАҒЫНДАҒЫ ЖЕР АСТЫ ТЕРМАЛДЫ СУЛАРЫНЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ АДАМ АҒЗАСЫНА ӘСЕРІ..... 69

Техникалық ғылымдар

Жаркевич О.М., Толганай Ж., Толеуова А.Р., Нуржанова О.А.
КАТОДСЫДЫРУ МАШИНА ПЛАСТИНАЛАРЫНЫҢ КЕРНЕУЛІ-ДЕФОРМАЦИЯЛАНҒАН КҮЙІН ЗЕРТТЕУ…….. 76
Увалиева И.М., Сакко Н.Б.
МЕДИЦИНАЛЫҚ ШЕШІМДЕРДІ ҚАБЫЛДАУДЫ ҚОЛДАУ ҮШІН ДЕРЕКТЕРДІ ЗАЯТКЕРЛІК ТАЛДАУ ӘДІСТЕРІН ШОЛУ…… 82
Толеуова А.Р., Балбекова Б.К., Кулгарова Н.Б.
ЭМАЛЬДАУҒА АРНАЛҒАН СУЫҚТАЙ ИЛЕНГЕН БОЛАТ ӨНДІРІСІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРІ…….. 89

Кожагулов Е.Т., Жексебай Д.М., Сарманбетов С.А., Сағатбаева А.А.
ЖАСАНДЫ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕРМЕН МАРШРУТИЗАТОРЛАР ЖЕЛІСІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ 95
Исмаилова А.А., Амангелді Ғ.А., Маханов М., Муханова А.А.
АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҚ КӘСІПОРЫНДАРЫНДА ЖАБДЫҚТАРДЫ БАСҚАРУДЫҢ ЗАМАНАУИ ЖҮЙЕСІН ЕНГІЗУ..... 102
Бабченко Л.А.,Усербаев М.Т., Болатова А.Б.
АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҚ ТРАКТОРЛАРЫНЫҢ ФИРМАЛЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ СЕРВИСІН ЖЕТІЛДІРУ..... 107
Глущенко Т., Бедыч Т.
МАЛ ШАРУШЫЛЫҒЫНДА ЭНЕРГИЯНЫҢ ҮНЕМДЕУІ..... 112
Жунусова А.Қ, Смагулова Н.К., Курмангалиева Л.А., Удербаева А.Е., Смаилова Г.А.,
ПРОКАТТАУ КЕЗІНДЕ БОЙЛЫҚ ҚАЛЫҢДЫҚТЫ АЗАЙТУ БОЙЫНША ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕРІ..... 118
Смаилова Г.А., Удербаева А.Е., Жунусова А.Қ, Бақытова М.Б, Бердімурат А.
СУЫҚТАЙ БАСЫЛҒАН ОРАМДАРДЫ КҮЙДІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ ӘДІСТЕРІН ЗЕРТТЕУ..... 121
Гарбар С.А., Котов Е.С.
ӘР ТҮРЛІ БАЙЛАНЫСТАҒЫ АРНАЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ТАУ-КЕН ЖАБДЫҚТАРЫНЫҢ ЖҰМЫС ТӘРТІПТЕРІН МОНИТОРИНГТІК ҚАШЫҚТАҒЫ ЖҮЙЕСІН ЗЕРТТЕУ……. 124
Мухамеджанова А.Д.
ТРАФИККЕ (M2M/IOT) ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУГЕ АРНАЛҒАН ҰЯЛЫ БАЙЛАНЫС ЖЕЛІЛЕРІНЕ ҚОЙЫЛАТЫН ТАЛАПТАР..... 130
Касымова Г.А., Баданова А.К., Баданов К.И.
МАТАЛАРДЫ ПИГМЕНТТЕРМЕН БАСЫП ШЫҒАРУ ҮШІН КОМПОЗИЦИЯЛАРДЫ ЖЕТІЛДІРУ..... 136
Баданов К.И., Касымова Г.А., Баданова А.К.
ПИГМЕНТТІ БАСПАДА ПОЛИУРЕТАНДЫ ДИСПЕРСИЯЛАР НЕГІЗІНДЕ БАЙЛАНЫСТЫРУШЫ..... 139
Шайкенова А.А., Бейсенов Р.Е., Муратов Д.А. , Турлыбекова Г.К., Астемесова К.С.
МЫС ТӨСЕНІШІНДЕГІ КӨПҚАБАТТЫ ГРАФЕНДІ АТМОСФЕРАЛЫҚ ҚЫСЫМДА ГАЗДЫҚ ФАЗАДАН (CVD) ХИМИЯЛЫҚ ТҰНДЫРУ ӘДІСІМЕН СИНТЕЗДЕУ..... 143
Батырғалиев А.Б., Смадиева А.Г.
ҚОРҒАЛҒАН ОРЫНДАЛУДАҒЫ ДӘЕМ ШОЛУ..... 151
Амангелди Д.С., Құрманбекқызы Н.
АШЫҚ БІЛІМ БЕРУ ЖҮЙЕСІ БАР УНИВЕРСИТЕТТЕР: ФАКТОРЛАР ЖӘНЕ ДАМУ ЖЕТІСТІГІ 160
Сабырбаева Г.С., Хадиева А.С.
КАРБОНАТТЫ КОЛЛЕКТОР ҚАБАТТАРЫНЫҢ ҰҢҒЫ ТҮБІ АЙМАҒЫН ҚЫШҚЫЛ ЕРІТІНДІСІМЕН ӨҢДЕУ..... 166
Жұмекенова З.Ж., Савинкин В.В., Колисниченко С.Н.
ТОЗУДЫҢ БЕТТЕРІН ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУДІҢ ПЕРСПЕКТИВАЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ТАЛДАУ МӘСЕЛЕСІНЕ……. 170
Букенова И.Н., Букенов Ғ.С.
КӨЛІКТІК ЕСЕП ШЕШІМІНІҢ БАСТАПҚЫ МӘЛІМЕТТЕРДІҢ ҚАТЕЛІГІНЕН ТӘУЕЛДІЛІГІН БАҒАЛАУ ҮШІН ИММИТАЦИЯЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ ӘДІСТЕМЕСІН ЗЕРТТЕУ..... 177
Алимжанова Л.М., Карюкин В.И.
ШЕШІМДЕРГЕ НЕГІЗДЕЛГЕН ЖІКТЕУ ҮЛГІСІ..... 183
Маликова Ф.У., Омарбекова Г.А.
DJANGO – ДА BOOTSTRAP 4 ШАБЛОНЫҢ БІРІКТІРІП, УНИВЕРСИТЕТТІҢ WEB – САЙТЫН ЖЕТІЛДІРУ МЕН ОҢТАЙЛАНДЫРУ..... 190
Мещерякова Е.В., Тулекбаева А.К., Токтабек А.А.
АДАМ РЕСУРСТАРЫН БАСҚАРУДЫҢ ЖАҢА КОНЦЕПЦИЯСЫНДАҒЫ АҚПАРАТТЫҚ ЭКОНОМИКАНЫҢ РӨЛІ..... 196
Квашнин М.Я., Бондарь И.С., Шекейбаева М.М.
ТЕМІР БЕТОН КОНСТРУКЦИЯЛАРЫН МЕТАЛЛ ЕМЕС АРМАТУРАМЕН АРМАТУРАЛАУ……. 201
Келаманов Б.С., Жумагалиев Е.У., Акуов А.М., Самуратов Е.К., Дөңесов Е.А.
FE-MO-SI-AL ЖҮЙЕСІНІҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ-ДИАГРАММАЛЫҚ ТАЛДАНУЫ 207
Дайнеко Е.А., Ипалакова М.Т., Сейтнұр А.М., Болатов Ж.Ж., Цой Д.Д., Жеңісов Д.Қ.
ФИЗИКАЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІҢ АНИМАЦИЯЛАРЫН ДАМЫТУ…….. 212

Сейтбекова Г.О., Оразханкызы С., Бауыржанулы Б., Мизамедин Б.,
АШЫҚ ЖҮЙЕДЕГІ ТҰЛҒАНЫҢ БИОМЕТРИКА-НЕЙРОЖЕЛІЛІК
АУТЕНТИФИКАЦИЯСЫНЫҢ АЛГОРИТМІН ӘЗІРЛЕУ..... 218
Келаманов Б.С., Ерсайынова А.А., Әбдірашит А.М., Мухамбеткалиев А.Б., Қазбек Д.Д.
NI-CR-C ЖӘНЕ FE-CR-C ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ҮРДІСТЕРДІ
МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ..... 223
Мурзахметов А.Н., Моро А.И., Дюсембаев А.Е.
ӘЛЕУМЕТТІК МЕДИА МЕН ЖЕЛІЛЕР ТУРИСТЕРДІҢ ҚАЛАУЫ МЕН ҚАЖЕТТІЛІКТЕРІН
ТАЛДАУ ҚҰРАЛЫ РЕТІНДЕ..... 227
Ибраева Г.М., Сукуров Б.М.
Al-Co ЖҮЙЕСІНІҢ ДИФФУЗИЯЛЫҚ АЙМАҒЫН МИКРОТАЛДАУ..... 232
Билашев Б. А Тюрин А. Н Ихсанов К. А Базарбаев А. М.
МАГИСТРАЛЬДЫҚ МҰНАЙ ҚҰБЫРЛАРЫНДА МҰНАЙДЫ ЖЫЛЫТУ ҮШІН ЖЫЛУ
СОРҒЫЛАРЫН ҚОЛДАНУДЫ ТАЛДАУ……. 236
Жұмекенова З.Ж., Савинкин В.В., Сеитова А.Т., Абильмажинова А.С.
РЕСУРСТЫҚ ТӨЗІМДІЛІКТІҢ ТӨМЕНДЕУ СЕБЕПТЕРІН ЗЕРТТЕУ ТЕМІРЖОЛ
ВАГОНДАРЫНЫҢ ДОҢҒАЛАҚ ЖҰПТАРЫ…….. 239
Болегенова С.А., Шортанбаева Ж.К., Максутханова А.М., Нурмуханова А.З., Оспанова Ш.С.
ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ ЖҮЙЕСІНІҢ ҚЫЗМЕТІ ШЕҢБЕРІНДЕГІ
ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ РЕСУРСТАРДЫ БАСҚАРУДЫҢ ЖАЛПЫ АЛГОРИТМІ..... 245
Сарбаев С.Ш., Орунбеков М.Б.
ҚОЗҒАЛТҚЫШ СТАТОРЫНЫҢ КЕРНЕУІН РЕТТЕУМЕН АСИНХРОНДЫ
ЭЛЕКТРЖЕТЕКТІ АВТОМАТТЫ РЕТТЕУ ЖҮЙЕСІНІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН СИНТЕЗДЕУ..... 250
Голубев В.Г., Садырбаева А.С, Байботаева С.Е., Туребекова А.М., Бесбаева Н.А., Айкенова С.Ж.
СЫНАЛАТЫН КОМПОНЕНТТЕРДІҢ СУЛЫ ЕРІТІНДІСІМЕН МҰНАЙДЫ
ЫҒЫСТЫРУ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУГЕ АРНАЛҒАН ТӘЖІРИБЕЛІК
ҚОНДЫРҒЫНЫҢ ӘДІСТЕМЕСІ МЕН СИПАТТАМАСЫ..... 257
Баенова Г.М., Жумадиллаева А.К., Yue X.-G.
КОМПОЗИТТІК ОРТАДА ТОЛҚЫНДЫҚ ӨЗАРА ӘРЕКЕТТЕСУДІ ЗЕРТТЕУ
ЖАНЕ МАТЕРИАЛ ҚҰРЫЛЫМЫН ЖОБАЛАУ..... 260
Тынымбаев С.Т., Шайқұлова А.Ә., Қалижанова Ә.У., Козбакова А.Х.
КӨБЕЙТКІШТІҢ ҮЛКЕН РАЗРЯДТАРЫН ТАЛДАЙ ОТЫРЫП МОДУЛЬ БОЙЫНША
САНДАРДЫ КОНВЕЙЕРЛІК КӨБЕЙТКІШ..... 267
Уразалиев А.С., Кыргизбаева Г.М.
СПУТНИКТІК ТЕХНОЛОГИЯЛАР АРҚЫЛЫ АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ ЖЕРГІЛІКТІ
КООРДИНАТА ЖҮЙЕСІНЕ ӨТУ ПАРАМЕТРЛЕРІН АНЫҚТАУ ӘДІСТЕМЕСІ..... 274
Агабекова А.Б., Сырманова К.К., Нарметова Г.Р., Калдыбекова Ж.Б., Боташев Е.Т.,
БИТУМ ЛАК-БОЯУ МАТЕРИАЛДАРЫНЫҢ САПАСЫН АРТТЫРУ ЖОЛДАРЫ……..... 279
Бейсенбаев М.Б. , Бахтияр Б.Т. , Кумаргазина М.Б. , Епенова Ж.А. , Отынчиева М.
ТІК ЖӘНЕ КӨЛДЕНЕҢ ҚҰРЫЛЫМДЫ ҚАЗАН-УТИЛИЗАТОРЛАРДЫҢ
АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ МЕН КЕМШІЛІКТЕРІН САЛЫСТЫРУ..... 283
Абзалиева Т.А., Альтаева Ж.Ж., Муратбекова Г.В., Немасипова А.Н.
КӨЛІК КӘСІПОРНЫНЫҢ ПАЙДАЛАНУ КӨРСЕТКІШТЕРІНІҢ
ОРЫНДАЛУЫН ТАЛДАУ «ҚТЖ-ЖҮК ТАСЫМАЛЫ» АҚ»..... 287
Устаева Г., Нажипкызы М., Жапарова А., Асылханова Д., Лесбаев А., Mysyk R.
ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІ ҮШІН ЭЛЕКТРОДТАР ҚҰРУ…….. 294
Аширбаев Н.К., Аширбаева Ж.Н., Алибекова Ж.Д., Кулекеев К.Д., Ерданқұлов А.Ж.
КРЕСТ ТӘРІЗДІ ТЕСІГІ БАР ТІКТӨРТБҰРЫШТЫ ДЕНЕДЕГІ ДИНАМИКАЛЫҚ
ЕСЕПТІҢ АЙЫРЫМДЫҚ ҚАТЫНАСТАРЫ..... 299
Марасулов А., Сафаров И.И., Рахмонов Б.С., Абдраимова Г.А., Төлеп Ә.С.
ЖЕРАСТЫ ҚАБЫҚШАЛЫ ҒИМАРАТТЫҢ СЕЙСМИКАЛЫҚ ЖАРЫЛЫС ӘСЕРІНЕН
ТЕРБЕЛІСІН ТЕОРИЯЛЫҚ - ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУ..... 303
Нұрбекова К.С., Турсымбекова З.Ж., Қасымова А.К.
КӨМІРСУТЕКТЕРДІ АУДАНДЫҚ ЫҒЫСТЫРУ ҮШІН ӨНІМДІ ТАСЫМАЛҒА
ДАЙЫНДАУ СХЕМАСЫ..... 308
Ескендір П.С., Баймахан Р.Б.
КҮШТІ ЖЕРСІЛКІНІСІНДЕ АЛМАТЫ МЕН ТӨҢІРЕГІНІҢ СЕЙСМИКАЛЫҚ
СОҚҚЫҒА ҚАТТЫ ҮШЫРАЙТЫН АУДАНДАРЫН АЛДЫН АЛА БОЛЖАУ..... 314
Орумбаев Р. , Кибарин А., Бахтияр Б., Отынчиева М.
ЦИКЛОНДЫ КАМЕРАСЫ БАР ҮНЕМДІ СУ ЖЫЛЫТУ ҚАЗАНДЫҒЫ……. 321

Зейнуллин А.А., Кулпешов Б.Ш., Мустафин Т.С.
ҚАЛАУ МАТЕРИАЛЫНЫҢ ҚАТАЮ ПРОЦЕСІНІҢ КЛАСЫН АНЫҚТАУ МОДЕЛІ..... 323
Құттыбай Н.Б., Саймбетов А.К., Нұрғалиев М.К., Тукымбеков Д.Х., Досымбетова Г.Б., Мейірханов А.Қ.
АКТУАТОРЛЫҚ МЕХАНИЗМІ БАР ЕКІ ОСТІК КҮНДІ БАҚЫЛАЙТЫН ЖҮЙЕ..... 327
Досмұхамедов Н.Қ., Даруеш Ғ.С.
КӨМІР ЖАНУ ӨНІМДЕРІ – ҚОСЫМША БАҒАЛЫ МЕТАЛДАРДЫ БӨЛІП АЛУ КӨЗІ..... 333
Сәкен Т.М., Есенкулова Ж.Ж.
ISO 9000 СТАНДАРТТАРЫНДАҒЫ СТАТИСТИКАЛЫҚ ӘДІСТЕРДІҢ РӨЛІ…….. 343
Боранбаев С.Н., Боранбаев А.С., Яценко Ю.П., Хритоненко Н.В., Тулебаев Е.Б.
ҚОЛДАНЫСТАҒЫ КОАЛИЦИЯЛАР АРАСЫНДА ОҢТАЙЛЫ ТАҢДАУ ЖАСАЙ
ОТЫРЫП, СЫРТҚЫ ЖЕЛІЛІК РЕСУРСТАРҒА ЖАБДЫҚТЫ ҰТЫМДЫ АЛМАСУДЫҢ
МОДЕЛЬДЕРІ МЕН АЛГОРИТМДЕРІН ӨЗГЕРТУ…….. 347
Конырбаева Г.Х., Сатаева С.С.
МҰНАЙ ШЛАМДАРЫН ЖОЛ ҚҰРЫЛЫСЫНДА ҚОЛДАНУ ҮШІН ЗЕРТТЕУ..... 351
Муханова А.А., Махажанова У.Т. , Маханов М.
ШАҒЫН КӘСІПКЕРЛІКТІҢ НЕСИЕГЕ ҚАБІЛЕТТІЛІГІН БАҒАЛАУ
ПРОЦЕСІН ЗАДЕ БҰЛДЫР ЛОГИКАСЫ НЕГІЗІНДЕ ҚАЛЫПТАСТЫРУ..... 356
Гумиров Т.Ш., Тлемс А.Т., Тюканько В.Ю., Демьяненко А.
ПОЛИЭТИЛЕНДІ ҚАЙТА ӨҢДЕУ КЕЗІНДЕГІ ЭКСТРУДЕРДІҢ ЖҰМЫСЫН ЗЕРТТЕУ…….. 359
Мазаков Т.Ж., Джомартова Ш.А., Kisala P., Зиятбекова Г.З.
СУ РЕСУРСТАРЫН БАҚЫЛАУДЫ ДАМЫТУҒА АРНАЛҒАН ІС-ШАРАЛАР
МЕН ТУЫНДАЙТЫН МӘСЕЛЕЛЕР..... 364
Балбекова Б.К., Кузембаева А.Ж.
45Л МАРКАЛЫ БОЛАТ НЕГІЗІНДЕ АЛЫНҒАН БЕРІК ДИФФУЗИЯЛЫҚ
ҚАБАТТАРДЫ ЗЕРТТЕУ…… 368
Унаспеков Б.А., Иргибаев Т.И., Тураханов А.Ш., Красюк А.М., Лугин И.В.
МЕТРОПОЛИТЕННІҢ ЖЕЛДЕТУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ……. 372
Унаспеков Б.А., Иргибаев Т.И., Тастанова А.Е., Красюк А.М., Лугин И.В.
МЕТРОПОЛИТЕН ЖЕЛІСІНІҢ ЖЕЛДЕТУ ЖҮЙЕСІНІҢ МОДЕЛІ…….. 378
Алимова К. К., Сражадинова Ш.Е.
ҒИМАРАТТЫҢ ЖЫЛЫТУ ЖҮЙЕСІНІҢ ЖҰМЫСЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІН
АРТТЫРУҒА БАҒЫТТАЛҒАН ЗАМАНАУИ ШЕШІМДЕР..... 384
Алимова К. К., Өсербай Ә.К.
МУЛЬТИ СПЛИТ-КОНДИЦИОНЕР ЖӘНЕ ОНЫҢ ҚОЛДАНЫСТАҒЫ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ..... 389
Карабалиев Е.Н., Алпысбай Н.Е., Даулетбек Е., Балгабек А., Алипбеков А.
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЭЛЕКТРОНДЫҚ ҮКІМЕТІ ҮШІН ЭЛЕКТРОНДЫҚ
ЦИФРЛЫҚ ҚОЛТАҢБАНЫ ПАЙДАЛАНУДЫҢ НЕГІЗГІ КЕМШІЛІКТЕРІ…….. 394
Машеков С.А., Нугман Е.З., Машекова А.С., Тусупкалиева Э.А., Ангарбеков У.Д.
ЖАҢА КОНСТРУКЦИЯЛЫ РАДИАЛЬДІ-ЫҒЫСТЫРУ ОРНАҒЫНДА ШЫБЫҚТАРДЫ
ПРЕСТЕУ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ РЕЖИМДЕРІН АВТОМАТТЫ РЕТТЕУ..... 397
Альтаева Ж.Ж., Битилеуова З.К., Немасипова А.Н., Исина Б.М.
ТЕМІР ЖОЛДА ЖОҒАРЫ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУ…….. 404
Абзалиева Т.А., Альтаева Ж.Ж., Муратбекова Г.В., Немасипова А.Н.
СТАНЦИЯ ЖҰМЫСЫНЫҢ ТЕХНИКАЛЫҚ-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРІН
ЖӘНЕ ЖҮК ПОЕЗДАРЫНЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ..... 408
Каспакбаев К.С., Устемирова Р.С., Карпов А.П.
ҚАЗАҚСТАНДА ЖОҒАРЫ ЖЫЛДАМДЫҚТЫ ҚОЗҒАЛЫСТЫ ЕНГІЗУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ….. 413
Каспакбаев К.С., Устемирова Р.С., Карпов А.П.
ЖЕР ТӨСЕМІНІҢ РЕЛЬС ЖОЛТАБАНЫНА ЖОЛ ЖАҒДАЙЫНЫҢ ӘСЕРІ…….. 421
Нестеренков П.А., Нестеренкова Л.А.
КҮН ЭНЕРГИЯСЫН Λ ПІШІНДІ ФОТОЭЛЕКТРЛІК МОДУЛЬДЕРМЕН ТҮРЛЕНДІРУ……. 425
Алханова Г.А., Жузбаев С.С.
ОҚУ ҮРДІСІНДЕГІ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ МОДЕЛЬДЕР..... 431
Бердали М.Н.,Унаспеков Б.А.
ЖЫЛУ СОРҒЫ ҚОНДЫРҒЫЛАРЫНЫҢ ЭНЕРГИЯ ТИІМДІЛІГІН ЕСЕПТЕУ ӘДІСІ..... 435
Тунгатарова А.Т., Боранкулова Г.С.
АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ДАМЫТУДЫҢ
ӘЛЕУМЕТТІК-ЭКОНОМИКАЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ……. 439
Голубев В.Г. Орынбасаров А.К. Нарманов М.М., Ордабек Ж.Р., Джусенов А.У.
ЖЕРАСТЫ ГАЗ ҚОЙМАЛАРЫН ҚҰРУ ҮШІН СУЛЫ КАРБОНАТТЫ
КОЛЛЕКТОРЛАРДЫ БАҒАЛАУ ӘДІСТЕМЕСІН ӘЗІРЛЕУ МӘСЕЛЕСІНЕ..... 442

Жетенбаев Н.Т., Балбаев Ғ.Қ.
РОБОТОТЕХНИКА ЖӘНЕ ӨНЕРКӘСІПТЕГІ ЖАСАНДЫ БҰЛШЫҚ ЕТТЕР..... 446
Нұрғалиев М.К., Саймбетов А.К., Омарали Б.М., Құттыбай Н.Б. , Тукымбеков Д.Х., Досымбетова Г.Б.
ӘРТҮРЛІ СОҢҒЫ ҚҰРЫЛҒЫЛАРЫ БАР LORA ТЕХНОЛОГИЯСЫ
НЕГІЗІНДЕГІ СЫМСЫЗ ҚАБЫЛДАП-ТАРАТҚЫШ ҚҰРЫЛҒЫЛАР..... 454
Байсбай Д.К., Боранкулова А.,С. Мынбаева, А.Б. Умирбекова А.С., Сатыбалды А.М.
САРЫСУ НЕГІЗІНДЕ ИТМҰРЫН ШӘРБАТЫН ДАЙЫНДАУ..... 460
Даулетбаева М.М., Джамилова С.М., Зубова О.А., Қожахан А.К.
УРБАНДАЛҒАН ТЕРРИТОРИЯДАҒЫ ШУДЫҢ ӘСЕРІ..... 464
Ералиева Б.Ш., Тунгатарова А.Т., Боранкулова Г.С.
ЕНГІЗІЛГЕН ТАЛШЫҚТЫ ОПТИКАЛЫҚ ДАТЧИКТЕРДІҢ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ
КОМПОЗИТТІК ҚҰРЫЛҒЫЛАРЫН ЗЕРТТЕУ…….…….. 468
Зәкенов С.Т., Нұршаханова Л.К. Турнияз М.Б.
ӘР ТҮРЛІ ӨНДІРУ ТӘСІЛДЕРІМЕН ЖАБДЫҚТАЛҒАН ҰҢҒЫМЕН ҚАБАТТАРДЫ БІР
МЕЗГІЛДЕ-БӨЛЕК ПАЙДАЛАНУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНУ ТӘЖІРИБЕСІ..... 473
Касимов А. О., Мукаева А. Т.
ЖЕР СЕРІКТІК БАРЛАУ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕ БӨГЕУІЛ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ..... 479
Қасымова Д.Т., Ахмедиярова А.Т., Шаяхметова А.С., Тұрдалыұлы М.
ҮЛКЕН ДЕРЕКТЕРДЕ КЕЗДЕСЕТІН ҚАЙШЫЛЫҚТАРДЫ АНЫҚТАУ МЕН ЖОЮҒА
ҚОЛДАНЫЛАТЫН ӘДІСТЕРГЕ ТАЛДАУ..... 486
Наурызбаева А.А., Лаубаева А.Ж., Жунусова А.Қ., Бақытова М.Б., Усипбекова Д.И.
МАШИНА ЖАСАУДАҒЫ НАНОТЕХНОЛОГИЯНЫҢ ДАМУЫ МЕН МӘСЕЛЕСІН ЗЕРТТЕУ..... 494
Заурбеков Т.Т., Досалиев К.С., Босак В.Н., Жантасов М.К., Алтыбаев Ж.М.,
Исмаилов Б.А., Жантасова Д.М.
ТАЛШЫҚТЫ-ЦЕМЕНТ ӨНДІРІСІН ОРЫНДАҒЫ АУАДАҒЫ ШАҢ
КОНЦЕНТРАЦИЯСЫН АНЫҚТАУ ӘДІСТЕМЕСІ..... 497
Широков И.А., Неверова Е.Г.
ЖЕКЕ МӘЛІМЕТТЕРДІ ҚОРҒАУ МАҚСАТЫНДА ИННОВАЦИЯЛЫҚ
ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫҢ ҚОЛДАНЫЛУЫ……..……. 500
Жуманов М.А., Щанова Б.Б.
ЖЭО ЖЫЛУЛЫҚ ЭНЕРГИЯ БЛОКТАРЫНДАҒЫ ЖЫЛУДЫ ТАЛДАУ ЖӘНЕ
ЖҰМЫСЫН ЖЕТІЛДІРУ..... 504
Гумиров Т.Ш., Тлемс А.Т., Тюканько В.Ю., Савинкин В.В., Дюрягина А.
СИЛИКОНДЫ БОЯУЛАР МЕН ЛАКТАРДАҒЫ КОМПОНЕНТТЕРДІҢ СУЛАНУЫН
ЖАҚСАРТУ АРҚЫЛЫ ЖАБЫННЫҢ ҚОРҒАНЫС РЕСУРСЫН АРТТЫРУ..... 510
Джомартова Ш.А., Карымсакова Н.Т., Турсынбай А.Т., Жолмагамбетова Б.Р.
ХИМИЯЛЫҚ РЕАКТОРДЫ БАСҚАРУ ҮШІН АРАЛЫҚ ТАЛДАУДЫ ҚОЛДАНУ..... 516
Каналы Т.С., Есенгараев Е.К., Телков Ш.А.
АЛТЫНҚҰРАМДЫ КЕНДЕРДІ ФЛОТАЦИАЛЫҚ БАЙЫТУ ҮШІН ОРГАНИКАЛЫҚ
ӨНІМНЕН РЕАГЕНТТІ ҚОЛДАНУ..... 521
Куттыбаева А.Е., Кунтуган Е.Т.
СПУТНИКТІК ЖӘНЕ ОПТИКАЛЫҚ АРНАНЫҢ ӨТКІЗУ ҚАБІЛЕТТІЛІГІН ЗЕРТТЕУ..... 527
Куттыбаева А.Е., Толтаева Т.Р.
ЖЕР СЕРІКТІК БАРЛАУ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕ БӨГЕУІЛ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ..... 530
Отегенов М.Т., Бейсенов Б.С., Сарыбаев Е.Е.
ШОЙЫН ҚҰЮҒА БАЛАМА РЕТІНДЕ ФИБРОПОЛОМИРБЕТОНДЫ БҰЙЫМДАРДЫ
ЖАСАУДЫҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ…….…….. 533
Сабанова Б.К., Иванова И.В.
АЛТЫАЯҚТЫ ӨРМЕКШІ-РОБОТ ҮШІН ҚОЗҒАЛЫС АЛГОРИТМНІҢ БӨЛІКТЕРІН ЕСЕПТЕУ..... 535
Молдабаева Г.Ж., Саукен Т.Ж.
ФЕРРОҚОРЫТПА ӨНДІРІСІНІҢ ШЛАКТАРЫН ӨҢДЕУ МӘСЕЛЕСІ 541
Аманжулова Ж.А., Избаирова А.С.
ЖҮК БЕКЕТІНДЕГІ МАНЕВРЛІК ЖҰМЫСТАРДЫ ТИІМДІ БАСҚАРУДЫҢ
МАТЕМАТИКАЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ..... 545
Хидолда Е., Юрченко А. В., Жонкешова К. С.
MATLAB/SIMULINK ОРТАСЫНДА ФОТОЭЛЕКТРЛІК ПАНЕЛЬДІҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ
СИПАТТАМАЛАРЫН МОДЕЛЬДЕУ..... 551
Умирбекова А.С., Боранкулова А.С., Досмырза Ж.С., Боранкулова Г.С.
АШЫТҚЫСЫЗ ӨЗДІГІНЕН АШЫТЫЛҒАН СҰЙЫҚ ҚАРА БИДАЙ АШЫМАЛЫН
ҚОЛДАНЫП ҚАРА БИДАЙ НАНЫН ДАЙЫНДАУ..... 557

Волокитина И.Е., Волокитин А.В., Турсунов М.У., Орлова Е.П., Ахметова Г.Е.
ТИТАНИЙДІҢ ҚҰРЫЛЫМЫН ӨЗГЕРТУ ТОРСИОНДЫ ЖОҒАРЫ ҚЫСЫМ..... 561
Волокитина И.Е., Волокитин А.В., Орлова Е.П., Ахметова Г.Е.
ЫСТЫҚ ИЛЕКТЕЛГЕН БОЛАТТЫҢ МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ӨЗГЕРУІ ЖЫЛЖЫМАЛЫ ТІРЕКТЕРДІҢ ҚАТТЫЛЫҒЫНЫҢ ТӨМЕНДЕУІ НӘТИЖЕСІНДЕ…….…… 568
Ахсутова А.А.
ТЕХНИКАЛЫҚ ЖОО СТУДЕНТТЕРІНЕ ИНФОРМАТИКА ПӘНІН ОҚЫТУДЫҢ ӘДІСТЕМЕЛІК ЖҮЙЕСІН ҚҰРУДЫҢ..... 572
Исмагулова Ж.С., Казангапова Б.А., Бақытбекова М.Б.
ЖАППАЙ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУДІҢ ЕКІ ФАЗАЛЫ ЖҮЙЕЛЕРІН ТАЛДАУ ЖӘНЕ МОДЕЛЬДЕУ..... 574
Казангапова Б.А., Ержан А. А.
ҚОРЛАРДЫ БАСҚАРУ СТРАТЕГИЯСЫН АНЫҚТАУДА БОЛЖАУДЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ..... 579
Мақсутова Б. А., Байтенова С. А.,. Сраждинова А. А, Ахметова А. Б., Анваров С. А.
НАҚТЫ УАҚЫТ РЕЖИМІНДЕ YOLO НЫСАНДАР ДЕТЕКТОРЫН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ АДАМДАРДЫ АНЫҚТАУ ЖӘНЕ БАҚЫЛАУ…….… 584
Маматова Г.Ө., Бексеитова Г.К., Бүркітбаева Р.А., Бекаулова Ж.М.
БАСТАПҚЫ ҚИСЫҚТЫҒЫ ЕСКЕРІЛГЕН ДӨҢГЕЛЕК ПЛАСТИНАНЫҢ ӨСТІК СИММЕТРИЯЛЫ ИІЛУІ ТУРАЛЫ ЕСЕП..... 592
Раманкулова Б.П., Илипбаева Л.Б.
СӨЙЛЕУ СИГНАЛЫНЫҢ НЕГІЗГІ КӨРСЕТКІШТЕРІ БОЙЫНША САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ..... 598
Казангапова Б. А., Исмагулова Ж. С., Социалов Е. Қ.
КӨЛІК ЖӘНЕ ЛОГИСТИКАЛЫҚ ПРОЦЕСС ҮШІН АНЫҚ ЕМЕС НЕЙРОЖЕЛІЛІК МОДЕЛДІ ҚҰРУ..... 604
Сатаева С.С., Имангалиева А.У.
КӨМІРСУТЕК ШИКІЗАТЫ ҚАЛДЫҚТАРЫ НЕГІЗІНДЕ КҮКІРТТІ ЦЕМЕНТ АЛУ..... 611
Сидорова Н.В., Тин Н.Е., Қалдыбекқызы М.
ЖЭО-ДА СУ ДАЙЫНДАУ ЖҮЙЕСІНДЕ МЕМБРАНАЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУЫ..... 616
Суйгенбаева А., Сакибаева С., Абдуразова П., Кошкарбаева Ш., Жунисбекова Д.
РЕЗЕҢКЕ ҚОСПАЛАРДЫ ЫДЫРАТУ ҮРДІСІНІҢ ҚУАТЫН ЕСЕПТЕУ ӘДІСТЕМЕСІ..... 620
Тукымбеков Д.Х., Саймбетов А.К., Нұрғалиев М.К., Құттыбай Н.Б., Омарали Б.М., Досымбетова Г.Б.
ӘРТҮРЛІ АУА-РАЙЫ ЖАҒДАЙЛАРЫНДА АВТОНОМДЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ КӨШЕ ЖАРЫҚТАНДЫРУ ЖҮЙЕСІН МОДЕЛЬДЕУ…….....……. 624
Чикибаева Д., Ерен Н., Абжалилова А.
НАҚТЫ УАҚЫТТАҒЫ ТҰЛҒАНЫ ТАНУ ЖҮЙЕСІН ҚҰРАСТЫРУ…….…….. 632
Астанаева А.Ә., Шарипова Б.Д., Жылқаманова М.Қ.
ИНТЕРНЕТ ЗАТТАРДЫҢ САНДЫҚ ЭКОЖҮЙЕСІН ДАМЫТУДЫҢ НЕГІЗГІ КОМПОНЕНТТЕРІ МЕН ҚҰРАЛДАРЫ…….. 637
Амиргалиев Е.Н., Толеужан А.
СЕЙТЕССИС ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ӘДІСТЕРІ МЕН МОДЕЛДЕРІН ТАЛДАУ…… 641
Елеусинов А., Амиргалиев Е., Тайзо М.
НЕГІЗГІ ҚҰРАЛ ЖӘНЕ ҚАЗАҚ ТІЛІНДЕГІ МӘНДЕРДІ ӨНДІРУ ӨНДІРУ ӘДІСТЕРІ МЕН АЛГОРИМИТТЕРІ…… 648
Камбатыров М., Назарбек У., Петропавловский И.
АЗЫҚ ҚОСПАЛАРЫНЫҢ ӨНДІРІСІНДЕ ҚОЛДАНУ ҮШІН ШУНГИТТІҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ..... 656

Физика-математика ғылымдары

Тусеев Т., Тоқсанбаев Ж.К.
СУТЕГІ ЭНЕРГЕТИКАСЫНА ҚАЖЕТТІ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ..... 660
Шакенова А.Н., Шакенова Р.К.
ЖАЙ САНДАРДЫ ТУДЫРАТЫН ҮШТІКТЕР ЖӘНЕ БИНОМИАЛДЫҚ ТАРАЛУ..... 664
Сейдулла Ж.Қ., Исатаев М.С., Толеуов Ғ., Султан М.Р.
КЕДІР-БҰДЫР ҚИСЫҚ СЫЗЫҚТЫ БЕТ БОЙЫМЕН ТАРАЛАТЫН АҒЫСТЫҢ СТАТИКАЛЫҚ ҚЫСЫМЫНЫҢ ТАРАЛУЫН ЕСЕПТЕУ..... 668

Исакова Ж., Данлыбаева А.К., Бейсенқали А.
СПИНДІК ЖҮЙЕЛЕРДІҢ ӘРТҮРЛІ ФОРМАЛАРЫ..... 672
Қалыбай А.А.
САЛМАҚТЫ ЛЕБЕГ КЕҢІСТІКТЕР АРАСЫНДАҒЫ ВОЛЬТЕРРА ТҮРІНІҢ ИНТЕГРАЛДЫ ОПЕРАТОРЛАРЫНЫҢ БІР КЛАСЫНЫҢ ШЕКТЕУЛІК КРИТЕРИЙЛЕРІ..... 677
Манатбаев Р.К., Сагдолданов А.А.
NASA-0021 ҚАНАТТЫ ПРОФИЛЬ АРНАСЫНЫҢ ТҮРЛІ БҰРЫШТАРЫ МЕН ЖЫЛДАМДЫҒЫ КЕЗІНДЕ ЖЫЛУ АЛМАСУЫН ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУ..... 682
Дадаева А.Н., Айнакеева Н.Ж.
ТЕРМОСЕРПІМДІ ӨЗЕКТЕРДІҢ ДИНАМИКСЫНЫҢ ШЕКАРАЛЫҚ ЕСЕПТЕРІНІҢ ЖАЛПЫЛАМА ШЕШІМІ..... 690
Калыбай А.А., Кеулимжаева Ж.А.
МУЛЬТИСАЛМАҚТЫ ТУЫНДЫЛЫ КЕҢІСТІКТІҢ ЭКВИВАЛЕНТТІ НОРМАЛАРЫ…….. 699
Урмашев Б.А., Касенов С.Е., Тұрсынбай А.Т., Темирбеков А.Н., Амантаева А.Б., Сагимбаева Л.А.
ФАРМАКОКИНЕТИКАНЫҢ ҮШ КАМЕРАЛЫ МОДЕЛІ ҮШІН КЕРІ ЕСЕБІН ШЕШУ..... 708
Мусатай С.С., Бекова Г.Т., Абыканова Б.Т.
ЕКІ ӨЛШЕМДІ СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС ШРЕДИНГЕР ТЕҢДЕУІНІҢ ҚИРАТУШЫ ТОЛҚЫНДЫ ШЕШІМДЕРІ..... 715
Оразбаев Б.Б., Танирбергенова А.А., Кузнецов А.Г., Серимбетов Б.А., Оразбаева К.Н.
КРИТЕРИЙ МИНИМУМНЫҢ ДРЕЙФІ ЖАҒДАЙЫНДА МИНИМАЛДАУ ЕСЕБІ ЖӘНЕ ОНЫ ШЕШУ СИМПЛЕКСТІК ТӘСІЛДЕРІ 721
Тусупов Д.А., Муханова А.А., Махажанова У.Т.
ШАҒЫН БИЗНЕСТІ КӘСІПОРЫННЫҢ НЕСИЕГЕ ҚАБІЛЕТІН БАҒАЛАУДЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІ..... 727
Айдосов А.А., Баямирова Р.У., Тогашева А.Р., Жолбасарова А.Т.
АТМОСФЕРАҒА МҰНАЙ-ГАЗ ӨНДІРІСТЕРІНЕН ШЫҒАРЫЛАТЫН БЕЛСЕНДІ ЛАСТАУШЫ ЗАТТАРДЫ ТАСЫМАЛДАУДЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕРІ..... 732
Кисала П., Калижанова А.У., Козбакова А.Х., Едилхан Д., Айткулов Ж.С., Оразбеков Ж.
ИНТЕРРОГАЦИЯ ЖҮЙЕСІН ТӘЖІРИБЕЛІК-МОДЕЛЬДІК ТҮРДЕ ЗЕРТТЕУ…… 738
Калижанова А.У., Шайкулова А.А., Козбакова А.Х., Айткулов Ж.С., Едилхан Д., Оразбеков Ж.
ФИЗИКАЛЫҚ, ЭКОЛОГИЯЛЫҚ-ГЕОГРАФИЯЛЫҚ, ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ӘЛЕУМЕТТІК ФАКТОРЛАРДЫ ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, ИНТЕРРОГАЦИЯ ЖҮЙЕСІНІҢ САПАСЫН БАҒАЛАУ..... 748

Химия-металлургия ғылымдары

Назарбекова С.П., Назарбек У.Б., Абдуразова П.А. 758
АПАТИТ ҚҰРЫЛЫМЫНА ИЕ ҚОСЫЛЫСТАР СИНТЕЗІНІҢ НЕГІЗГІ ӘДІСТЕРІНЕ ШОЛУ.....
Меркибаев Е.С., Луганов В.А., Чепуштанова Т.А., Гусейнова Г.Д., Мишра Б.
ЦИНК ОКСИДІН ЖОҒАРЫ ТЕМПЕРАТУРАДА СУЛЬФИДТЕУДІҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ НЕГІЗДЕЛУІ..... 761
Кыдыралиева А.Д., Бестереков У., Петропавловский И.А., Болысбек А.А., Ураков К.Н.
АММИАК СЕЛИТРАСЫ, ФОСФОРИТ ҰНЫ ЖӘНЕ КАЛИЙ ХЛОРИДІНІҢ МЕНШІКТІ ШЫҒЫНДАРЫНЫҢ NPK – ТЫҢАЙТҚЫШЫНДАҒЫ ҚОРЕКТІК ЭЛЕМЕНТТЕР ҚАТЫНАСЫНА ӘСЕРІН МОДЕЛЬДЕУ..... 766
Евлоева Х.С., Атабаева С.Д., Дидоренко С.В., Алыбаева Р.А., Камшыбаева Г.К.
СОЯНЫҢ КЕЙБІР СОРТТАРЫНДАҒЫ ТЕМІР ЖӘНЕ КАЛЬЦИЙ МӨЛШЕРІ..... 772

СОДЕРЖАНИЕ

Науки о Земле

Танабекова Г.Б., Жапаркулов Т.М., Жакупақынов Б.А., Оразбаев А.Е.
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЯБЛОНИ СИВЕРСА (MALUS SIEVERSII)
ПО ОТНОШЕНИЮ К ВРЕДНЫМ НАСЕКОМЫМ КАЗАХСТАНА..... 3
Досхожаев А.С., Унаспеков Б.А., Войтов Е.Л., Ю.Л.Сколубович
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ ЗАГРУЗКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ
ВОД ДЛЯ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ…… 7
Тлеуберлина О.Б.
АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЫ ПОЧВЫ ГОРОДА АЛМАТЫ..... 12
Баязитова З.Е., Тлеуова Ж.О., Жапарова С.Б., Макеева Л.А., Агайдарова А.А.
ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ОТ ИСТОЧНИКОВ
ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА АО «ALTYNTAU KOKSHETAU»…….. 16
Байботаева А., Исаева А., Кенжалиева Г., Босак В., Кочеров Е., Усенкулова Ш.
БИОИНДИКАЦИОННАЯ РОЛЬ ЛЮМБРИЦИД ПРИ ОЦЕНКЕ ПОЧВ ЮГА КАЗАХСТАНА..... 19
СергееваА .М., Сапаров К.Т., Кошим А.Г.
ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ЛЕЧЕБНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО ТУРИЗМА
В ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОМ РЕГИОНЕ..... 24
Сидорова Н.В., Байгали А.Б., Рахат А.Е., Калдыбекызы М.
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СООРУЖЕНИЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ
ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД ВАХТОВОГО ПОСЕЛКА В
ТУРКЕСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ…….. 31
Мақұлбекова Г.О., Кочеров Е.Н., Пивоваров А.А., Кенжалиева Г.Д., Мамитова А.Д.
АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ,
ПРИГОДНЫХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ЧИСТЫХ
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КЕРАМЗИТОВЫХ ГРАНУЛЯТОВ…… 36
Сидорова Н.В., Рахат А.Е., Кадырсизова Б.Б., Байгали А.Б.
МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД ОТ БИОГЕННЫХ
ВЕЩЕСТВ……. 39
Солтабаева С.Т., Нукарбекова Ж.М, Бегалиева М.Ж.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КВАДРОКОПТЕРОВ ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ
АЭРОФОТОСЪЕМКИ И КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ…… 44
Кемелхан А.М., Баймаханов Г.А., Есенкулова Ж.Ж.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗЕЛЕНЫХ СТАНДАРТОВ LEED и BREEAM..... 49
Бекетова А.Т., Берденов Ж.Г., Мендыбаев Е.Х., Саипов А.А.
КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ СОЦИАЛЬНО – ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ
АКТЮБИНСКОЙ ОБЛАСТИ…… 55
Заурбеков Т.Т., Досалиев К.С., Босак В.Н., Жантасов М.К., Алтыбаев Ж.М.,
Исмаилов Б.А., Жантасова Д.М.
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ
ВОЛОКНИСТО-ЦЕМЕНТНЫХ ИЗДЕЛИЙ…….. 61
Досхожаев А.С., Унаспеков Б.А., Войтов Е.Л., Солобович Ю.Л.
ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ПОДГОТОВКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ……. 64
Ибрагимова Э.К., Абдраимова К.Т.
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОДЗЕМНЫХ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД ТУРКЕСТАНСКОГО
РЕГИОНА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА……. 69

Технические науки

Жаркевич О.М., Толганай Ж., Толеуова А.Р., Нуржанова О.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО - ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ
ПЛАСТИНОК КАТОДОСДИРОЧНОЙ МАШИНЫ…… 76
Увалиева И.М., Сакко Н.Б.
ОБЗОР МЕТОДОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ
ПРИНЯТИЯ МЕДИЦИНСКИХ РЕШЕНИЙ…….. 82
Толеуова А., Балбекова Б.К., Кулгарова Н.Б.
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОИЗВОДСТВА ХОЛОДНОКАТАННОЙ
СТАЛИ ПОД ЭМАЛИРОВАНИЕ…….. 89

Кожагулов Е.Т., Жексебай Д.М., Сарманбетов С.А., Сагатбаева А.А.
ОПТИМИЗАЦИЯ СЕТИ МАРШРУТИЗАТОРОВ ИСКУССТВЕННЫМИ НЕЙРОННЫМИ СЕТЯМИ 95
Исмаилова А.А., Амангелді Ғ.А., Маханов М., Муханова А.А.
ВНЕДРЕНИЕ СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НА СЕЛЬХОЗПРЕДПРИЯТИИ……. 102
Бабченко Л.А., Усербаев М.Т., Болатова А.Б.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФИРМЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ…….. 107
Глущенко Т., Бедыч Т.
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ…….. 112
Жунусова А.Қ, Смагулова Н.К., Курмангалиева Л.А., Удербаева А.Е., Смаилова Г.А.
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО УМЕНЬШЕНИЮ ПРОДОЛЬНОЙ ТОЛЩИНЫ ПРИ ПРОКАТКЕ 118
Смаилова Г.А., Удербаева А.Е., Жунусова А.Қ., Бақытова М.Б., Бердімурат А..
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОТЖИГА
ХОЛОДНОКАТАНЫХ РУЛОНОВ…….. 121
Гарбар С.А., Котов Е.С.
ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА РЕЖИМОВ РАБОТЫ
ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ……. 124
Мухамеджанова А.Д.
ТРЕБОВАНИЯ К СЕТЯМ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ (M2M/IOT) ТРАФИКА… 130
Касымова Г.А., Баданова А.К., Баданов К.И.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ПЕЧАТИ ТКАНЕЙ ПИГМЕНТАМИ…… 136
Баданов К.И., Касымова Г.А., Баданова А.К.
СВЯЗУЮЩИЕ НА ОСНОВЕ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ ДИСПЕРСИЙ В
ПИГМЕНТНОЙ ПЕЧАТИ…… 139
Шайкенова А.А., Бейсенов Р.Е., Муратов Д.А., Турлыбекова Г.К., Астемесова К.С.
СИНТЕЗ МНОГОСЛОЙНОГО ГРАФЕНА НА МЕДНОЙ ПОДЛОЖКЕ ПРИ АТМОСФЕРНОМ
ДАВЛЕНИИ МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ (CVD)……. 143
Батыргалиев А.Б., Смадиева А.Г.
ОБЗОР ПЭВМ В ЗАЩИЩЕННОМ ИСПОЛНЕНИИ……. 151
Амангелди Д.С., Құрманбекқызы Н.
ОТКРЫТЫЕ УНИВЕРСИТЕТЫ: ФАКТОРЫ УСПЕХА И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ…….. 160
Сабырбаева Г.С., Хадиева А.С.
КИСЛОТНАЯ ОБРАБОТКА ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ ПЛАСТА НА
КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРАХ…….. 166
Жумекенова З.Ж., Савинкин В.В., Колисниченко С.Н.
К ВОПРОСУ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ
ПОВЕРХНОСТЕЙ ИЗНАШИВАНИЯ…… 170
Букенова И.Н., Букенов Г.С.
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДИКИ ИММИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАВИСИМОСТИ РЕШЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ ОТ
ПОГРЕШНОСТИ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ..... 177
Алимжанова Л.М., Карюкин В.И.
КЛАССИФИКАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ НА ОСНОВЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ…… 183
Маликова Ф.У., Омарбекова Г.А.
УЛУЧШЕНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ВЕБ- САЙТА С ИНТЕГРИРОВАНИЕМ ШАБЛОНА
BOOTSTRAP 4 В DJANGO..... 190
Мещерякова Е.В., Тулекбаева А.К., Токтабек А.А.
РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ В НОВОЙ КОНЦЕПЦИИ
УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ…… 196
Квашнин М.Я., Бондарь И.С., Шекейбаева М.М.
АРМИРОВАНИЕ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ АРМАТУРОЙ…… 201
Келаманов Б.С., Жумагалиев Е.У., Акуов А.М., Самуратов Е.К., Дөңесов Е.А.
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИ-ДИАГРАММНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМЫ Fe-Mo-Si-Al……. 207
Дайнеко Е.А., Ипалакова М.Т., Сейтнур А.М., Болатов Ж.Ж., Цой Д.Д., Женисов Д.К.
РАЗРАБОТКА АНИМАЦИЙ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ…….. 212
Сейтбекова Г.О., Оразханкызы С., Бауыржанулы Б. , Мизамедин Б.,
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА БИОМЕТРИКО-НЕЙРОСЕТЕВОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ
ЛИЧНОСТИ В ОТКРЫТЫХ СИСТЕМАХ…….. 218
Келаманов Б.С., Ерсайынова А.А., Әбдірашит А.М., Мухамбеткалиев А.Б., Қазбек Д.Д.
МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
В СИСТЕМАХ NI-CR-C И FE-CR-C ……. 223

Мурзахметов А.Н., Моро А.И., Дюсембаев А.Е.
СОЦИАЛЬНЫЕ МЕДИА И СЕТИ КАК ИНСТРУМЕНТ АНАЛИЗА ПРЕДПОЧТЕНИЙ И ПОТРЕБНОСТЕЙ ТУРИСТОВ…….. 227
Ибраева Г.М., Сукуров Б.М.
МИКРОАНАЛИЗ ДИФФУЗИОННОЙ ЗОНЫ СИСТЕМЫ AL-CO..... 232
Билашев Б.А, Тюрин А.Н., Ихсанов К.А., Базарбаев А.М.
АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ДЛЯ ПОДОГРЕВА НЕФТИ НА МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДАХ…….. 236
Жумекенова З.Ж., Савинкин В.В., Сеитова А.Т., Абильмажинова А.С.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН СНИЖЕНИЯ РЕСУРСНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ КОЛЕСНЫХ ПАР ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВАГОНОВ……..…….. 239
Болегенова С.А., Шортанбаева Ж.К., Максутханова А.М., Нурмуханова А.З., Оспанова Ш.С.
ОБЩИЙ АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ В РАМКАХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТА……. 245
Сарбаев С.Ш., Орунбеков М.Б.
СИНТЕЗ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА С РЕГУЛИРОВАНИЕМ НАПРЯЖЕНИЯ СТАТОРА ДВИГАТЕЛЯ……. 250
Голубев В.Г., Садырбаева А.С., Байботаева С.Е., Туребекова А.М., Бесбаева,Н.А. Айкенова С.Ж.
МЕТОДИКА И ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ВЫТЕСНЕНИЯ НЕФТИ ВОДНЫМИ РАСТВОРАМИ ТЕСТИРУЕМЫХ КОМПОНЕНТОВ…… 257
Баенова Г.М., Жумадиллаева А.К., Yue X.-G.
МОДЕЛИРОВАНИЕ И ВОЛНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛАХ……. 260
Тынымбаев С.Т., Шайкулова А.А., Калижанова,А.У. Козбакова А.Х.
КОНВЕЙЕРНЫЙ УМНОЖИТЕЛЬ ЧИСЕЛ ПО МОДУЛЮ С АНАЛИЗОМ СТАРШИХ РАЗРЯДОВ МНОЖИТЕЛЯ…… 267
Уразалиев А.С., Кыргизбаева Г.М.
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕХОДА В МЕСТНУЮ СИСТЕМУ КООРДИНАТ ГОРОДА АЛМАТЫ СПУТНИКОВЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ..... 274
Агабекова,А.Б., Сырманова К.К., Нарметова Г.Р., Калдыбекова Ж.Б., Боташев Е.Т.
ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА БИТУМНЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ…… 279
Бейсенбаев М.Б., Бахтияр Б.Т., Кумаргазина М.Б.,Епенова Ж.А. , Отынчиева М.
СРАВНЕНИЕ ПРЕИМУЩЕСТВ И НЕДАСТАТКОВ КОТЛОВ-УТИЛИЗАТОРОВ ВЕРТИКАЛЬНОЙ И ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ..... 283
Абзалиева Т.А., Альтаева Ж.Ж., Муратбекова Г.В.
АНАЛИЗ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ АО «ҚТЖ – ГРУЗОВЫЕ ПЕРЕВОЗКИ»……. 287
Устаева Г., Нажипкызы М., Жапарова А., Асылханова Д., Лесбаев А., Mysyk R.
СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ…… 294
Аширбаев Н.К., Аширбаева Ж.Н., Алибекова Ж.Д., Кулекеев К.Д., Ерданқұлов А.Ж.
РАСЧЕТНЫЕ СООТНОШЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ОБЛАСТИ С КРЕСТООБРАЗНЫМ ОТВЕРСТИЕМ…….. 299
Марасулов А., Сафаров И.И., Рахмонов Б.С., Абдраимова Г.А., Тулеп А.С.
ТЕОРЕТИКО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЯ ПОДЗЕМНОГО ОБОЛОЧЕЧНОГО СООРУЖЕНИЯ ПРИ СЕЙСМОВЗРЫВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ…… 303
Нурбекова К.С., Турсымбекова З.Ж., Касымова А.К.
СХЕМА ПОДГОТОВКИ ПЕРЕВОЗКИ ПРОДУКТА ДЛЯ ВЫТЕСНЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДА..... 308
Ескендір П.С., Баймахан Р.Б.
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СЕЙСМООПАСНЫХ РАЙОНОВ АЛМАТЫ И ОКРЕСТНОСТЕЙ ПРИ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ..... 314
Орумбаев Р., Кибарин А., Бахтияр Б., Отынчиева М.
ЭКОНОМИЧНЫЙ ВОДОГРЕЙНЫЙ КОТЁЛ С ЦИКЛОННОЙ КАМЕРОЙ…… 321
Зейнуллин А.А., Кулпешов Б.Ш., Мустафин Т.С.
МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЛАССА ПРОЦЕССА ТВЕРДЕНИЯ ЗАКЛАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА…….. 323
Құттыбай Н.Б., Саймбетов А.К., Нұрғалиев М.К., Тукымбеков Д.Х., Досымбетова Г.Б., Мейірханов А.Қ.
ДВУХОСНАЯ СИСТЕМА СЛЕЖЕНИЯ ЗА СОЛНЦЕМ С АКТУАТОРНЫМ МЕХАНИЗМОМ..... 327

Досмухамедов Н.К., Даруеш Г.С.
ПРОДУКТЫ ОТ СЖИГАНИЯ УГЛЯ – ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК
ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ……. 333
Сәкен Т.М., Есенкулова Ж.Ж.
РОЛЬ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В СТАНДАРТАХ ISO 9000…….. 343
Боранбаев С.Н., Боранбаев А.С., Яценко Ю.П., Хритоненко Н.В., Тулебаев Е.Б.
МОДИФИКАЦИИ МОДЕЛЕЙ И АЛГОРИТМОВ ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО
ОБМЕНА ОБОРУДОВАНИЕМ ДЛЯ ВНЕШНИХ СЕТЕВЫХ РЕСУРСОВ ПРИ
ОПТИМАЛЬНОМ ВЫБОРЕ СРЕДИ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОАЛИЦИЙ……... 347
Конырбаева Г.Х., Сатаева С.С.
ИССЛЕДОВАНИЕ НЕФТЯНЫХ ШЛАМОВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ…….. 351
Муханова А.А., Махажанова У.Т. Маханов М.
ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОЦЕНКИ КРЕДИТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ
МАЛОГО БИЗНЕСА НА ОСНОВЕ РАЗМЫТОЙ ЛОГИКИ ЗАДЕ..... 356
Гумиров Т.Ш., Тлемс А.Т., Тюканько В.Ю., Демьяненко А.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЭКСТРУДЕРА ПРИ
РЕЦИКЛИНГЕ ПОЛИЭТИЛЕНА…… 359
Мазаков Т.Ж., Джомартова Ш.А., Kisala P., Зиятбекова Г.З.
ПРОБЛЕМЫ И МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ РАЗВИТИЯ МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ……. 364
Балбекова Б.К., Кузембаева А.Ж.
ИССЛЕДОВАНИЕ УПРОЧНЯЮЩИХ ДИФФУЗИОННЫХ СЛОЕВ,
ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ ЛИТОЙ СТАЛИ МАРКИ 45Л…….. 368
Унаспеков Б.А., Иргибаев Т.И., Тураханов А.Ш. Красюк А.М., Лугин И.В.
ОСОБЕННОСТИ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ МЕТРОПОЛИТЕНА……. 372
Унаспеков Б.А., Иргибаев Т.И., Тастанова А.Е., Красюк А.М., Лугин И.В.
МОДЕЛЬ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СЕТИ ЛИНИИ МЕТРОПОЛИТЕНА……. 378
Алимова К.К., Сражадинова Ш.Е.
СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ
РАБОТЫ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЙ ……. 384
Алимова К.К., Өсербай Ә.К.
МУЛЬТИ СПЛИТ-КОНДИЦИОНЕРЫ И ИХ ОСОБЕННОСТИ В ЭКСПЛУАТАЦИИ..... 389
Карабалиев Е.Н., Алпысбай Н.Е., Даулетбек Е., Балгабек А., Алипбеков А.
ОСНОВНЫЕ НЕДОСТАТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ЦИФРОВОЙ
ПОДПИСИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО ПРАВИТЕЛЬСТВА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН…….. 394
Машеков С. А., Нугман Е. З., Машекова А. С., Тусупкалиева Э.А., Ангарбеков У. Д.
АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ
ПРЕССОВАНИЯ ПРУТКОВ НА РАДИАЛЬНО-СДВИГОВОМ СТАНЕ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ… 397
Альтаева Ж.Ж., Битилеуова З.К., Немасипова А.Н., Исина Б.М.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫСОКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ…… 404
Абзалиева Т.А., Альтаева Ж.Ж., Муратбекова Г.В., Немасипова А.Н.
ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ
СТАНЦИИ И ПАРАМЕТРОВ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ…….. 408
Каспакбаев К.С., Устемирова Р.С., Карпов А.П.
ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ В КАЗАХСТАНЕ……. 413
Каспакбаев К.С., Устемирова Р.С., Карпов А.П.
ВЛИЯНИЕ СОСТОЯНИЯ ПУТИ НА СОДЕРЖАНИЕ ЗЕМЛЯНОГО
ПОЛОТНА РЕЛЬСОВОЙ КОЛЕИ…….. 421
Нестеренков П.А., Нестеренкова Л.А.
ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ Λ - ОБРАЗНЫМИ ФОТОМОДУЛЯМИ…….. 425
Алханова Г.А., Жузбаев С.С.
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ..... 431
Бердали М.Н., Унаспеков Б.А.
МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ТЕПЛОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК..... 435
Тунгатарова А.Т., Боранкулова Г.С.
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ
ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ……. 439

Голубев В.Г., Орынбасаров А.К., Нарманов М.М., Ордабек,Ж.Р. Джусенов А.У.
К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ВОДОНОСНЫХ КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ХРАНИЛИЩ ГАЗА……. 442
Жетенбаев Н.Т., Балбаев Ғ.Қ
ИСКУССТВЕННЫЕ МЫШЦЫ В РОБОТОТЕХНИКЕ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ…….. 446
Нұрғалиев М.К., Саймбетов А.К., Омарали Б.М., Құттыбай Н.Б., Тукымбеков Д.Х., Досымбетова Г.Б.
БЕСПРОВОДНЫЕ ПРИЕМОПЕРЕДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА НА ОСНОВА ТЕХНОЛОГИИ LORA С РАЗЛИЧНЫМИ ОКОНЕЧНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ..... 454
Боранкулова А.С., Байсбай Д.К., Мынбаева А.Б., Умирбекова А.С., Сатыбалды А.М.
ПРИГОТОВЛЕНИЕ СИРОПА ШИПОВНИКА НА ОСНОВЕ СЫВОРОТКИ..... 460
Даулетбаева М.М., Джамилова С.М., Зубова О.А., Кожахан А.К.
ВОЗДЕЙСТВИЯ ШУМА НА УРБАНИЗИРОВАННЫЕ ТЕРРИТОРИИ..... 464
Ералиева Б.Ш., Тунгатарова А.Т., Боранкулова Г.С.
ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КОМПОЗИТНЫХ СТРУКТУР СО ВСТРОЕННЫМИ ОПТОВОЛОКОННЫМИ ДАТЧИКАМИ……..... 468
Закенов С.Т., Нуршаханова Л.К., Турнияз М.Б.
ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНО ЛОГИИ ОДНОВРЕМЕННО-РАЗДЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЛАСТОВ СКВАЖИНОЙ ОБОРУДОВАННОЙ РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ ДОБЫЧИ…….. 473
Касимов А.О., Мукаева А.Т.
ИССЛЕДОВАНИЕ И ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ МНОГОКАНАЛЬНЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ ПО МОЩНОСТИ..... 479
Касымова Д.Т., Ахмедиярова А.Т., Шаяхметова А.С., Тұрдалыұлы М.
АНАЛИЗ МЕТОДОВ ВЫЯВЛЕНИЯ И УСТРАНЕНИЯ ПРОТИВОРЕЧИЙ В БОЛЬШИХ ДАННЫХ..... 486
Наурызбаева А.А., Лаубаева А.Ж., Жунусова А.Қ., Бақытова М.Б., Усипбекова Д.И.
ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ……..……. 494
Заурбеков Т.Т., Досалиев К.С., Босак В.Н., Жантасов М.К., Алтыбаев Ж.М., Исмаилов Б.А., Жантасова Д.М.
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИЯ ПЫЛИ В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПОМЕЩЕНИИ ВОЛОКНИСТО-ЦЕМЕНТНЫХ ИЗДЕЛИЙ..... 497
Широков И.А., Неверова Е.Г.
ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ЗАЩИТЕ ЛИЧНЫХ ДАННЫХ…….. 500
Жуманов М.А., Щанова Б.Б.
АНАЛИЗ ГОРЕНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ ТЕПЛОВОГО ЭНЕРГОБЛОКА В ТЭЦ…….…….. 504
Гумиров Т.Ш., Тлемс А.Т., Тюканько В.Ю., Савинкин В.В., Дюрягина А.
УВЕЛИЧЕНИЕ ЗАЩИТНОГО РЕСУРСА ПОКРЫТИЙ ПУТЕМ УЛУЧШЕНИЯ СМАЧИВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ В СИЛИКОНОВЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛАХ……..…. 510
Джомартова Ш.А., Карымсакова Н.Т., Турсынбай А.Т., Жолмагамбетова Б.Р.
ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРВАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ УПРАВЛЯЕМОСТИ ХИМИЧЕСКОГО РЕАКТОРА…….…… 516
Каналы Т.С., Есенгараев Е.К., Телков Ш.А.
ПРИМЕНЕНИЕ РЕАГЕНТА ИЗ ОРГАНИЧЕСКОГО ПРОДУКТА ДЛЯ ФЛОТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ……... 521
Құттыбаева А.Е., Кунтуган Е.Т.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СПУТНИКОВОГО И ОПТИЧЕСКОГО КАНАЛА…… 527
Құттыбаева А.Е., Төлтаева Т.Р.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ В СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ……..…….. 530
Отегенов М.Т., Бейсенов Б.С., Сарыбаев Е.Е.
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФИБРОПОЛОМИРБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ КАК АЛЬТЕРНАТИВА ЧУГУННОМУ ЛИТЬЮ…….…. 533
Сабанова Б.К., Иванова И.В.
РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ АЛГОРИТМА ДВИЖЕНИЯ НОГ ДЛЯ ШЕСТИНОГОГО РОБОТА-ПАУКА……..…….…….…. 535
Молдабаева Г.Ж., Саукен Т.Ж.
К ВОПРОСУ О ПЕРЕРАБОТКЕ ШЛАКОВ ФЕРРОСПЛАВНОГО ПРОИЗВОДСТВА…… 541

Аманжулова Ж.А., Избаирова А.С.
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ МАНЕВРОВОЙ РАБОТОЙ НА ГРУЗОВОЙ СТАНЦИИ…… 545
Хидолда Е., Юрченко А.В., Жонкешова К.С.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПАНЕЛИ В MATLAB/SIMULINK…… 551
Умирбекова А.С., Боранкулова А.С., Досмырза Ж.С., Боранкулова Г.С.
ПРИГОТОВЛЕНИЕ РЖАНОГО ХЛЕБА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЕСТЕСТВЕННОЙ ПРИРОДНОЙ ЖИДКОЙ РЖАНОЙ ЗАКВАСКИ БЕЗ ДРОЖЖЕЙ..... 557
Волокитина И.Е., Волокитин А.В., Турсунов М.У., Орлова Е.П., Ахметова Г.Е.
ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ТИТАНА, ПОДВЕРГНУТОГО КРУЧЕНИЮ ПОД ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ…… 561
Волокитина И.Е., Волокитин А.В., Орлова Е.П., Ахметова Г.Е.
ИЗМЕНЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРЯЧЕКАТАНОЙ СТАЛИ В РЕЗУЛЬТАТЕ УМЕНЬШЕНИЯ ЖЕСТКОСТИ ПРОКАТНЫХ КЛЕТЕЙ…….... 568
Ахсутова А. А.
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО СОЗДАНИЮ МЕТОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКЕ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА…… 572
Исмагулова Ж.С., Казангапова Б.А., Бақытбекова М.Б.
АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУХФАЗНЫХ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ…… 574
Казангапова Б. А., Ержан А. А.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ…… 579
Максутова Б. А., Байтенова С. А., Сраждинова А. А., Ахметова А. Б., Анваров С. А.
ОБНАРУЖЕНИЕ И ОТСЛЕЖИВАНИЕ ЛЮДЕЙ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ С ПОМОЩЬЮ ДЕТЕКТОРА ОБЪЕКТОВ YOLO…… 584
Г.У. Маматова, Г.К.Бексеитова, Р.А.Беркутбаева, Ж.М. Бекаулова
ЗАДАЧА ОБ ОСЕСИММЕТРИЧНОМ ИЗГИБЕ КРУГЛОЙ ПЛАСТИНЫ С УЧЕТОМ НАЧАЛЬНОЙ КРИВИЗНЫ…… 592
Раманкулова Б.П., Илипбаева Л.Б.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПО ОСНОВНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА..... 598
Казангапова Б. А., Исмагулова Ж. С., Социалов Е. Қ.
ПОСТРОЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА…… 604
Сатаева С.С., Имангалиева А.У.
ПОЛУЧЕНИЕ СЕРНОГО ЦЕМЕНТА ИЗ ОТХОДОВ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ…… 611
Сидорова Н.В., Тин Н.Е., Қалдыбекқызы М.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МЕМБРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМЕ ВОДОПОДГОТОВКИ НА ТЭЦ…… 616
Суйгенбаева А., Сакибаева С., Абдуразова П., Кошкарбаева Ш., Жунисбекова Д.
МЕТОДИКА РАСЧЕТА МОЩНОСТИ ПРОЦЕССА ДИСПЕРГИРУЮЩЕГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ…… 620
Тукымбеков Д.Х., Саймбетов А.К., Нұрғалиев М.К., Құттыбай Н.Б., Омарали Б.М., Досымбетова Г.Б.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ…… 624
Чикибаева Д., Ерен Н., Абжалилова А.
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ…… 632
Астанаева А.Ә., Шарипова Б.Д., Жылқаманова М.Қ.
ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ И ИНСТРУМЕНТЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОСИСТЕМЫ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ…… 637
Амиргалиев Е.Н., Толеужан А.
АНАЛИЗ МЕТОДОВ И МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ СИНТЕЗА РЕЧИ…… 641
Елеусинов А., Амиргалиев Е., Тайзо М.
МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ФОРМИРОВАНИЯ БАЗЫ И ОБРАБОТКИ РУКОПИСНЫХ ТЕКСТОВ НА КАЗАХСКОМ ЯЗЫКЕ…… 648
Камбатыров М., Назарбек У., Петропавловский И.
ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ШУНГИТА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОРМОВЫХ ДОБАВОК..... 656

Физико-математические науки

Тусеев Т., Тоқсанбаев Ж.К.
ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГИИ..... 660
Шакенова А.Н., Шакенова Р.К.
ТРОЙКИ, ГЕНЕРИРУЮЩИЕ ПРОСТЫЕ ЧИСЛА, И БИНОМИАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ…… 664
Сейдулла Ж.К., Исатаев М.С., Толеуов Г., Султан М.Р.
РАСЧЕТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ В СТРУЕ, РАСПРОСТРАНЯЮЩЕЙСЯ ВДОЛЬ ШЕРОХОВАТОЙ КРИВОЛИНЕЙНОЙ ПОВЕРХНОСТИ……. 668
Исакова Ж., Данлыбаева А.К., Бейсенқали А.
РАЗЛИЧНЫЕ ФОРМЫ СПИНОВЫХ СИСТЕМ……. 672
Калыбай А.А.
КРИТЕРИИ ОГРАНИЧЕННОСТИ ОДНОГО КЛАССА ИНТЕГРАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ ВОЛЬТЕРРОВСКОГО ТИПА В ВЕСОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ ЛЕБЕГА…….. 677
Манатбаев Р.К., Сагдолданов А.А.
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА КАНАЛА КРЫЛОВОГО ПРОФИЛЯ NASA-0021 ПРИ РАЗНЫХ УГЛАХ И СКОРОСТЯХ АТАКИ…….. 682
Дадаева А.Н., Айнакеева Н.Ж.
ОБОБЩЕННЫЕ РЕШЕНИЯ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ДИНАМИКИ ТЕРМОУПРУГИХ СТЕРЖНЕЙ……. 690
Калыбай А.А., Кеулимжаева Ж.А.
ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ НОРМЫ ПРОСТРАНСТВА С МУЛЬТИВЕСОВЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ……. 699
Урмашев Б.А., Касенов С.Е., Тұрсынбай А.Т., Темирбеков А.Н., Амантаева А.Б., Сагимбаева Л.А.
РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ФАРМАКОКИНЕТИКИ ДЛЯ ТРЕХКАМЕРНОЙ МОДЕЛИ…….. 708
Мусатай С.С., Бекова Г.Т., Абыканова Б.Т.
РЕШЕНИЯ ТИПА РАЗРУШИТЕЛЬНЫХ ВОЛН ДВУМЕРНОГО НЕЛИНЕЙНОГО УРАВНЕНИЯ ШРЕДИНГЕРА……. 715
Оразбаев Б.Б., Танирбергенова А.А., Кузнецов А.Г., Серимбетов Б.А., Оразбаева К.Н.
ЗАДАЧА МИНИМИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ ДРЕЙФА МИНИМУМА КРИТЕРИЯ И СИМПЛЕКСНЫЕ МЕТОДЫ ЕЕ РЕШЕНИЯ……. 721
Тусупов Д.А., Муханова А.А., Махажанова У.Т.
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ КРЕДИТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ МАЛОГО БИЗНЕСА..... 727
Айдосов А. А., Баямирова Р. У., Тогашева А. Р., Жолбасарова А. Т.
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПЕРЕНОСА РЕАГИРУЮЩИХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ, ВЫБРАСЫВАЕМЫХ НЕФТЕГАЗОВЫМИ ПРОМЫСЛАМИ В АТМОСФЕРУ…….. 732
Кисала П., Калижанова А.У., Козбакова А.Х., Едилхан Д., Айткулов Ж.С., Оразбеков Ж.
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-МОДЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ИНТЕРРОГАЦИИ……. 738
Калижанова А.У., Шайкулова А.А., Козбакова А.Х., Айткулов Ж.С., Едилхан Д., Оразбеков Ж.
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СИСТЕМЫ ИНТЕРРОГАЦИИ С УЧЕТОМ ФИЗИЧЕСКИХ, ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ, ЭКОНОМИЧЕСКИХ И СОЦИАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ…… 748

Химико-металлургические науки

Назарбекова С.П., Назарбек У.Б., Абдуразова П.А.
ОБЗОР ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ СИНТЕЗА СОЕДИНЕНИЙ СО СТРУКТУРОЙ АПАТИТА..... 758
Меркибаев Е.С., Луганов В.А., Чепуштанова Т.А., Гусейнова Г.Д., Мишра Б.
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СУЛЬФИДИРОВАНИЯ ОКСИДА ЦИНКА…… 761
Кыдыралиева А.Д., Бестереков У., Петропавловский И.А., Болысбек А.А., Ураков К.Н.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УДЕЛЬНЫХ РАСХОДОВ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ, ФОСФОРИТНОЙ МУКИ И ХЛОРИДА КАЛИЯ НА СООТНОШЕНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В NPK–УДОБРЕНИЯХ…….. 766
Евлоева Х.С., Атабаева С.Д., Дидоренко С.В., Алыбаева Р.А., Камшыбаева Г.К.
СОДЕРЖАНИЕ ЖЕЛЕЗА И КАЛЬЦИЯ В НЕКОТОРЫХ СОРТАХ СОИ…….. 772

CONTENTS

Earth sciences

Tanabekova G.B., Zhaparkulov T.M., Zhakupakynov B.A., Orazbayev A.Y.
ECOLOGICAL CONDITION OF SIEVERS APPLE-TREE (MALUS SIEVERSII)
IN RESPECT TO HARMFUL INSECTS OF KAZAKHSTAN……..…….. 3
Doskhozhayev A., Unaspekov B., Voitov Y., Skolubovich Y.
SPECIAL LOADING USE TO TREAT NATURAL WATER FOR DRINKING WATER SUPPLY……. 7
Tleuberlina O.B.
ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE SOIL OF THE ALMATY CITY..... 12
Bayazitova Z.Y., Tleuova Zh.O., Zhaparova S.B., Makeyeva L.A., Agaydarova A.A.
ATMOSPHERIC AIR POLLUTION ASSESSMENT RESULTED FROM POLLUTANTS
EMISSION SOURCES AT ALTYNTAU KOKSHETAU JSC…… 16
Baibotayeva A., Isayeva A., Kenzhaliyeva G., Bosak V., Kocherov Ye., Usenkulova Sh.
THE BIOINDICATIVE ROLE OF LUMBRICIDES IN THE SOILS EXAMINATION OF
THE SOUTH OF KAZAKHSTAN……..…… 19
Sergeyeva A.M., Saparov K.T., Koshim A.G.
FEATURES OF THE ORGANIZATION OF HEALTH TOURISM IN THE
WEST KAZAKHSTAN REGION..... 24
Sidorova N.V., Bagali A.B., Rakhat A.Y., Kaldybekkyzy M.K.
IMPROVING THE EFFICIENCY OF STRUCTURES BIOLOGICAL TREATMENT OF DOMESTIC
WASTEWATER OF A SHIFT CAMP IN TURKESTAN REGION…….. 31
Makulbekova G., Kocherov Ye., Pivovarov A., Kenzhaliyeva G., Mamitova A.
ANALYSIS AND EVALUATION OF CLAY RAW MATERIALS OF SOUTH KAZAKHSTAN
DEPOSITS SUITABLE FOR OBTAINING FIREPROOF AND ENVIRONMENTAL FRIENDLY
HEAT-INSULATING EXPANDED CLAY GRANULES..... 36
Sidorova N.V., Rakhat A.Y., Kadyrsizova B.B., Baigali A.B.
METHODS FOR TREATMENT HOUSEHOLD WASTEWATER FROM NUTRIENTS…… 39
Soltabayeva S.T., Nukarbekova J.M., Begaliyeva M.J.
MODERN METHODS AND TECHNOLOGIES USED IN TOPOGRAPHY, PROCESSING OF
SURVEYS WITH QUADROCOPTERS IN A COMPUTER PROGRAM……. 44
Kemelkhan A.M., Baimakhanov G.A., Yesenkulova J. J.
COMPARATIVE ANALYSIS OF GREEN STANDARDS LEED AND BREAM……....…….. 49
Beketova A.T., Berdenov Zh.G., Mendybayev Y.H., Saipov A.A.
INTEGRATED ANALYSIS OF SOCIAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT
OF THE AKTOBE REGION…….. 55
Zaurbekov T.T., Dossaliyev K.S., Bossak, V.N., Zhantasov M.K., Altybayev Zh.M.,
Ismailov B.A., Zhantasova D.M.
ENVIRONMENTAL POLLUTION IN THE PRODUCTION OF FIBER-CEMENT PRODUCTS…… 61
Doskhozhayev A.S., Unaspekov B.A., Voitov Y.L., Solobovich U.L.
RESEARCH AND DEVELPMENT OF ENVIRONMENTALLY SAFE TECHNOLOGIES FOR
DRINKING WATER TREATMENT…… 64
Ibragimova E.K., Abdraimova K.T.
CHEMICAL COMPOSITION OF THE UNDERGROUND THERMAL WATERS OF THE
TURKESTAN REGION AND THEIR IMPACT ON THE HUMAN BODY..... 69

Technical Sciences

Zharkevich O., Tolganai J., Toleuova A., Nurzhanova O.
RESEARCH OF THE STRESSED - DEFORMED STATE OF PLATES
OF A CATODOPENING MACHINE…….. 76
Uvaliyeva I.M., Sakko N.B.
OVERVIEW OF INTELLECTUAL DATA ANALYSIS METHODS TO SUPPORT
MEDICAL DECISION MAKING…… 82
Toleuova A.R., Balbekova B.K., Kulgarova N.B.
TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE PRODUCTION OF COLD-ROLLED
STEEL FOR ENAMELLING……. 89
Kozhagulov Y.T., Zhexebay D.M., Sarmanbetov S.A., Sagatbayeva A.A.
ROUTERS NETWORK OPTIMIZATION BY ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS…… 95

Ismailova A., Amangeldy G., Makhanov M., Mukhanova A.
INTRODUCTION OF MODERN EQUIPMENT MANAGEMENT
SYSTEM AT AGRICULTURAL ENTERPRISES..... 102
Babchenko L.A., Userbayev M.T., Bolatova A.B.
IMPROVING THE BRAND-NAME TECHNICAL SERVICE OF AGRICULTURAL TRACTORS……. 107
Glushchenko T., Bedych T.
ENERGY CONSERVATION IN CATTLE BREEDING……. 112
Zhunussova A.K., Smagulova N.K., Kurmangaliyeva L.A, Uderbayeva A.Y. Smailova G.A
RESEARCH METHODS TO REDUCE THE LONGITUDINAL THICKNESS WHEN ROLLING..... 118
Smailova G.A, Uderbayeva A.Y., Zhunussova A.K., Bakytova M. B., Berdimurat A.
RESEARCH OF METHODS IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF
ANNEALING OF COLD ROLLED ROLLS…….. 121
Garbar S.A., Kotov Y.S.
RESEARCH OF REMOTE MONITORING SYSTEMS MINING MACHINES
USING VARIOUS COMMUNICATION TYPES……. 124
Mukhamedjanova A.D.
REQUIREMENTS FOR MOBILE NETWORKS TO SERVICE TRAFFIC (M2M/IOT)..... 130
Kasymova G.A., Badanova A.K., Badanov K.I.
IMPROVEMENT OF COMPOSITIONS FOR PRINTING FABRICS WITH PIGMENTS…… 136
Badanov K.I., Kasymova G.A., Badanova A.K.
BINDING BASED ON POLYURETHANE DISPERSIONS IN PIGMENT PRINTING…… 139
Shaikenova A.A., Beisenov R.Y., Muratov D.A., Turlybekova G.K., Astemessova K.S.
SYNTHESIS OF FEW LAYER GRAPHENE ON COPPER FOIL AT ATMOSPHERIC
PRESSURE BY CHEMICAL VAPOR DEPOSITION METHOD…….. 143
Batyrgaliyev A.B., Smadiyeva A.G.
REVIEW OF A PC IN PROTECTED EXECUTION……. 151
Amangeldi D.S., Kurmanbekkyzy N.
OPEN UNIVERSITIES: SUCCESS FACTORS AND DEVELOPMENT PROSPECTS..... 160
Sabyrbayeva G.S., Khadiyeva A.S.
ACID PROCESSING OF THE BOTTOM-HOLE ZONE ON THE CARBONATE COLLECTORS…….. 166
Zhumekenova Z., Savinkin V., Kolisnichenko S.
TO THE QUESTION OF PERSPECTIVE TECHNOLOGIES OF WEARED SURFACES RESTORATION……. 170
Bukenova I.N., Bukenov G.C.
STUDY OF THE METHODS OF IMITATION MODELING TO ASSESS THE DEPENDENCE
OF THE SOLUTIONS OF THE TRANSPORTATION PROBLEM FROM ERROR OF INPUT DATA….. 177
Alimzhanova L.M., Karyukin V.I.
A CLASSIFICATION MODEL BASED ON DECISION-MAKING PROCESSES…… 183
Malikova F.U., Omarbekova G.A.
IMPROVE AND OPTIMIZE WEBSITE INTEGRATED BOOTSTRAP 4 TEMPLATE IN DJANGO..... 190
Meshcheryakova Y.V., Tulekbayeva A.K., Toktabek A.A.
THE ROLE OF THE INFORMATION ECONOMY IN THE NEW CONCEPT OF HUMAN
RESOURCES MANAGEMENT..... 196
Kvashnin M.J., Bondar I.S., Shekeybayeva M.M.
REINFORCEMENT OF CONCRETE STRUCTURES WITH NON-METALLIC REINFORCEMENT…… 201
Kelamanov B.S., Zhumagaliyev Ye.U., Akuov A.M., Samuratov Ye.K., Dongessov Ye.A.
THERMODYNAMICALLY-DIAGRAMS ANALYSIS OF Fe-Mo-Si-Al SYSTEM..... 207
Daineko Ye.A., Ipalakova M.T., Seitnur A.M., Bolatov Zh.Zh., Tsoy D.D., Zhenisov D.K.
PHYSICAL PROCESSES ANIMATION DEVELOPMENT…… 212
Seitbekova G.O., Orazkhankyzy S., Baurzhanuly B., Mizamidin B.
DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR BIOMETRIC AND NEURAL
NETWORK BASED INDIVIDUAL AUTHENTICATION IN OPEN SYSTEMS……. 218
Kelamanov B.S., Yersaiynova A.A., Abdirashit A.M., Mukhambetkaliyev A.B., Kazbek D.D.
MODELING AND ANALYSIS OF THERMODYNAMIC PROCESSES IN SYSTEMS
Ni-Cr-C AND Fe-Cr-C ……. 223
Murzakhmetov A.N., Infante Moro A., Dyusembayev A.Y.
SOCIAL MEDIA AND NETWORKS AS A TOOL TO ANALYSIS OF TOURISTS
PREFERENCES AND REQUIREMENTS…… 227
Ibrayeva G.M., Sukurov B.M.
MICROANALYSIS OF THE DIFFUSION ZONE OF THE AL-CO SYSTEM……. 232
Bilashev B.A., Tyurin A.N., Iksanov K.A. , Bazarbayev A.M.
ANALYSIS OF THE HEAT PUMPS USE FOR OIL HEATING ON THE MAIN OIL PIPELINES…… 236

Zhumekenova Z., Savinkin V., Seitova A., Abilmazhinova A.
CAUSES RESEARCH OF RESOURCE LONGEVITY DECREASE OF RAILWAY
CARS' WHEEL PAIRS…… 239
Bolegenova S., Shortanbayeva Zh., Maksutkhanova A.
GENERAL PROCEDURE OF ENERGY RESOURCES CONTROL WITHIN
THE ENERGY MANAGEMENT SYSTEM…… 245
Sarbayev S.Sh., Orunbekov M.B.
SYNTHESIS OF PARAMETERS OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEM OF
ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE WITH REGULATION OF MOTOR STATOR VOLTAGE……. 250
Golubev V.G., Sadyrbayeva A.S., Baibotayeva S.Y., Turebekova A.M., Besbayeva N.A., Aikenova S.Zh.
THE TECHNIQUE AND DESCRIPTION OF THE EXPERIMENTAL SETUP FOR
CONDUCTING RESEARCH ON THE PROCESS OF OIL DISPLACEMENT WITH
AQUEOUS SOLUTIONS OF THE TESTED COMPONENTS…….. 257
Bayenova G., Zhumadillayeva A., Yue X.-G.
MODELING AND WAVE PROCESSES IN COMPOSITE MATERIALS…… 260
Tynimbayev S.T., Shaikulova A.A., Kalizhanova A.U., Kozbakova A.Kh.
CONVEYOR MULTIPLIER BY MODULE WITH ANALYSIS OF OLDER
MULTIPLIER DISCHARGES…….. 267
Urazaliyev A., Kyrgizbayeva G.
TECHNIQUE OF DETERMINATION OF PARAMETERS OF TRANSITION TO THE LOCAL
COORDINATE SYSTEM OF THE ALMATY CITY BY SATELLITE TECHNOLOGIES..... 274
Agabekova A.B., Syrmanova K.K., Narmetova G.R., Kaldybekova Zh. B, Botashev Y.T.
WAYS TO IMPROVE THE QUALITY OF BITUMINOUS PAINT MATERIALS…… 279
Beisenbayev M.B., Bakhtiyar B.T., Kumargazina M.B., Yepenova Zh.A., Otynchieva M.
COMPARISON OF ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF VERTICAL
AND HORIZONTAL HEAT RECOVERY BOILERS..... 283
Abzaliyeva T.A., Altayeva Zh., Muratbekova G., Nemasipova A.
ANALYSIS OF PERFORMANCE INDICATORS OF THE TRANSPORT ENTERPRISE
JSC "KTZ-CARGO TRANSPORTATION»…… 287
Ustayeva G., Nazhipkyzy M., Zhaparova A., Asylkhanova D., Lesbayev A., Mysyk R.
CREATION OF ELECTRODES FOR ELECTROCHEMICAL ENERGY SOURCES……. 294
Ashirbayev N., Ashirbayeva Zh. , Alibekova Zh., Kulekeyev K., Yerdankulov A.
DESIGN RATIO OF THE DYNAMIC TASK FOR A RECTANGULAR AREA
WITH A CROSS-HOLE..... 299
Marasulov A., Safarov I.I., Rakhmonov B.S., Abdraimova G.A., Tolep A.S.
THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDY OF THE VIBRATIONS
OF AN UNDERGROUND SHELL STRUCTURE UNDER SEISMIC AND 303
EXPLOSIVE EFFECTS……..
Nurbekova K.S., Tursymbekova Z.Zh., Kasymova A.K.
DIAGRAM OF PREPARATION OF PRODUCT TRANSPORTATION FOR
DISCHARGE OF HYDROCARBON…….. 308
Yeskendir P.S., Baymakhan R.B.
FORECASTING STRONG EARTHQUAKE-PRONE AREAS OF ALMATY AND
SURROUNDING AREAS ON STRONG EARTHQUAKES…… 314
Orumbayev R., Kibarin A., Bakhtiyar B., Otynchiyeva M.
ECONOMICAL HOT WATER BOILER WITH CYCLONE CHAMBER…….. 321
Zeinullin A.A., Kulpeshov B.Sh., Mustafin T.S.
MODEL OF DETERMINING THE HARDENING PROCESS CLASS
OF THE FILLING MATERIAL…….. 323
Kuttybay N.B., Saymbetov A.K., Nurgaliyev M.K., Tukymbekov D.Kh.,
Dosymbetova G.B., Meirkhanov A.K.
BIAXIAL SUN TRACKING SYSTEM WITH ACTUATOR MECHANISM..... 327
Dosmukhamedov N.K., Daruyesh G.S.
PRODUCTS FROM COAL COMBUSTION – ADDITIONAL EXTRACTION
SOURCE OF VALUABLE METALS……. 333
Saken T., Yesenkulova J.J.
THE ROLE OF STATISTICS METHODS IN ISO 9000…….. 343
Boranbayev S.N., Boranbayev A.S., Yatsenko Y.P., Hritonenko N.V.,Tulebayev B.
MODIFICATIONS OF MODELS AND ALGORITHMS FOR THE RATIONAL
EXCHANGE OF EQUIPMENT FOR EXTERNAL NETWORK RESOURCES
AT OPTIMUM CHOICE AMONG EXISTING COALITIONS…….. 347

Konyrbayeva G.Kh ., Satayeva S.S.
THE RESEARCH OF OIL SLUDGE FOR USE IN ROAD CONSTRUCTION……. 351
Mukhanova A., Makhazhanova U. Makhanov M.
FORMALIZATION OF THE PROCESS FOR ASSESSING THE CREDITWORTHINESS
OF SMALL BUSINESS ON THE BASIS OF ZADEH FUZZY LOGIC…… 356
Gumirov T., Tlems A., Tyukanko V., Demyanenko A.
EXTRUDER PRODUCTIVITY RESEARCH WHEN RECYCLING POLYETHYLENE…….. 359
Mazakov T.Zh., Dzhomartova Sh.A., Kisala P., Ziyatbekova G.Z.
PROBLEMS AND ACTIONS FOR THE DEVELOPMENT OF WATER RESOURCES MONITORING.... 364
Balbekova B.K., Kuzembayeva A.Zh.
STUDY OF STRENGTHENING DIFFUSION LAYERS PRODUCED ON THE
BASIS OF CAST STEEL OF BRAND 45Л…….. 368
Unaspekov B.A., Irgebaev T.I., Tyrakhanov A.S., Krasyuk A.M., Lugin I.V.
FEATURES OF METRO VENTILATION SYSTEMS……. 372
Unaspekov B.A., Irgibayev T.I., Tastanova A.Y., Krasyuk A.M., Lugin I.V.,
METROPOLTEN VENTILATION NETVORK MODEL…… 378
Alimova K.K., Srazhadinova S.Y.
MODERN SOLUTIONS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF BUILDING HEATING SYSTEMS…….. 384
Alimova K.K., Osserbay A.K.
MULTI SPLIT-CONDITIONERS AND THEIR FEATURES IN OPERATION..... 389
Karabaliyev Ye., Alpysbay N., Dauletbek Ye., Balgabek A., Alipbekov A.
THE MAIN DISADVANTAGES OF USING ELECTRONIC DIGITAL SIGNATURE
FOR E-GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN…….. 394
Mashekov S.A., Nugman Y.Z., Mashekova A.S., Tussupkaliyeva E.A., Angarbekov U.D.
AUTOMATIC REGULATION OF TECHNOLOGICAL MODES OF PRESS
BARS ON A RADIALLY-SHEAR BOARD OF A NEW DESIGN…… 397
Altayeva J.J., Bitileuova Z.K., Nemasipova A.N., Issina B.M.
ADVANCED IT TECHNOLOGIES APPLYING AT THE RAILWAY..... 404
Abzaliyev T.A., Altayeva J.Zh., Muratbekova G.V., Nemasipova A.N.
OPTIMIZATION OF TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS
OF OPERATION OF A STATION AND PARAMETERS FREIGHT TRAINS..... 408
Kaspakbayev K.S., Ustemirova R.S., Karpov A.P.
PROSPECTS FOR THE INTRODUCTION OF HIGH-SPEED TRAFFIC IN KAZAKHSTAN…… 413
Kaspakbayev K.S., Ustemirova R.S., Karpov A.P.
THE EFFECT OF THE PATH STATE FOR THE MAINTENANCE OF THE 421
SUBGRADE OF THE TRACK……
Nesterenkov P.A., Nesterenkova L.A.
CONVERSION OF SOLAR ENERGY BY Λ - SHAPED PHOTOVOLTAIC MODULES…… 425
Alkhanova G.A., Zhuzbayev S.S.
INTELLIGENT MODELS IN THE LEARNING PROCESS..... 431
Berdali M.N., Unaspekov B.A.
ENERGY EFFICIENCY CALCULATING METHOD OF HEAT PUMP UNITS…….. 435
Tungatarova A. , Borankulova G.
SOCIO-ECONOMIC ASPECTS OF INFORMATION AND COMMUNICATION
TECHNOLOGY DEVELOPMENT…… 439
Golubev,V.G. Orynbasarov A.K., Narmanov M.M., Ordabek Zh.R., Dzhusenov A.U.
ON THE ISSUE OF DEVELOPING A METHODOLOGY FOR EVALUATING WATER-BEARING
CARBONATE RESERVOIRS FOR CREATING UNDERGROUND GAS STORAGE FACILITIES……. 442
Zhetenbaev N.T., Balbayev G.K.
ARTIFICIAL MUSCLES IN ROBOTICS AND INDUSTRY…….. 446
Nurgaliyev M.K., Saymbetov A.K., Omarali B.M., Kuttybay N.B.,
Tukymbekov D.Kh., Dosymbetova G.B.
WIRELESS TRANSCEIVERS BASED ON LORA TECHNOLOGY
WITH DIFFERENT TERMINAL DEVICES…… 454
Borankulova A.S., Baisbai D.K., Mynbayeva A.B., Umirbekova A.S., Satybaldy A.M.
PREPARATION ROSEHIP SYRUP BASED ON SERUM……..…… 460
Dauletbayeva M.M., Jamilova S.M., Zubova O.A., Kozhakhan A.K.
NOISE AS AN ENVIRONMENTAL FACTOR IN URBAN AREAS……..……..... 464
Yeraliyeva B., Tungatarova A., Borankulova G.
STUDY OF INTELLIGENT COMPOSITE STRUCTURES WITH
INTEGRATED FIBER OPTIC SENSORS…….……... 468

Zakenov S., Nurshakhanova L., Turniyaz M.
TECHNOLOGY APPLYING EXPERIENCE OF SIMULTANEOUS AND SEPARATE EXPLOITATION OF RESERVOIRS BY A WELL EQUIPPED WITH VARIOUS PRODUCTION METHODS…….. 473
Kasimov A., Mukayeva A.
RESEARCH AND SIGNAL PROCESSING OF MULTI-CHANNEL POWER COMMUNICATION SYSTEM…….. 479
Kassymova D.T., Akhmediyarova A.T., Shayakhmetova A.S., Turdalyuly M.
ANALYSIS OF METHODS TO IDENTIFY AND ELIMINATION CONTRADICTIONS IN BIG DATA..... 486
Nauryzbayeva A.A., Laubayeva A.Zh., Zhunussova A.K., Bakytova M.B., Ussipbekova D.I.
RESEARCH PROBLEMS IN THE DEVELOPMENT OF NANOTECHNOLOGY IN ENGINEERING..... 494
Zaurbekov T.T., Dossaliyev K.S., Bossak V.N., Zhantasov M.K., Altybayev Zh.M., Ismailov B.A., Zhantasova D.M.
METHOD FOR DETERMINING THE CONCENTRATION OF DUST IN THE PRODUCTION ROOM OF FIBER-CEMENT PRODUCTS……..…… 497
Shirokov I.A., Neverova Y.G.
APPLICTION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR PERSONAL DATA PROTECTION…..……... 500
Zhumanov M.A., Chshanova B.B.
ANALYSIS OF BURNING AND IMPROVEMENT OF HEAT ENERGY UNIT OPERATION AT TPP……. 504
Gumirov T., Tlems A., Tuykanko V., Savinkin V., Duryagina A.
ENLARGING THE COATINGS PROTECTIVE RESOURCE BY IMPROVING THE COMPONENTS MOISTENING IN SILICONE COATING COMPOSITION…….. 510
Jomartova Sh.A., Karymsakova N.T., Tursynbay A.T., B.R. Zholmagambetova
INTERVAL ANALYSIS APPLICATION TO HANDLE CHEMICAL REACTOR..... 516
Kanaly T.S., Yessengarayev Ye.K., Telkov Sh.A.
APPLICATION OF A REAGENT FROM AN ORGANIC PRODUCT FOR FLOTATION TREATMENT OF GOLD-CONTAINING ORE……..…… 521
Kuttybayeva A.Y., Kuntugan Y.T.
THE STUDY OF THE CAPACITY OF THE SATELLITE AND OPTICAL CHANNEL..... 527
Kuttybayeva A.Y., Toltayeva T.R.
THE RESEARCH OF NOISE IMMUNITY OF SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS..... 530
Otegenov M. T., Beisenov B.S., Sarybayev Y.Y.
ECONOMIC ASPECTS OF PRODUCTION VIBROPROKATNYH PRODUCTS AS AN ALTERNATIVE TO CAST IRON CASTING……. 533
Sabanova B.K., Ivanova I.V.
CALCULATING THE PARTS OF THE FOOT ALGORITHM FOR THE SIX-TIME ROBOT SPIDER..... 535
Moldabayeva G.Zh., Sauken T.Zh.
ON THE ISSUE OF PROCESSING SLAGS OF FERROALLOY PRODUCTION…… 541
Amanzhulova Zh., Izbairova A.
MATHEMATICAL BASES OF EFFECTIVE M ANAGEMENT OF SHUNTING WORK AT THE CARGO STATION..... 545
Khidolda Y., Yurchenko A.V., Zhonkeshova K.S.
MODELING THE ENERGY CHARACTERISTICS OF THE PHOTOVOLTAIC PANEL IN MATLAB/SIMULINK……..…… 551
Umirbekova A.S., Borankulova A.S., Dosmyrza Zh.S., Borankulova G.S.
PREPARATION OF RYE BREAD USING NATURAL LIQUID RYE SOURDOUGH WITHOUT YEAST……. 557
Volokitina I.Y., Volokitin A.V., Tursunov M.U., Orlova Ye.P., Akhmetova G.Ye.
CHANGE OF STRUCTURE OF TITANIUM TORSIONALLY HIGH PRESSURE…….. 561
Volokitina I.Y., Volokitin A.V., Orlova Ye.P., Akhmetova G.Y.
CHANGE IN THE MECHANICAL PROPERTIES OF HOT ROLLED STEEL BY REDUCING THE RIGIDITY OF THE ROLLING STANDS……. 568
Akhsutova A. A.
RESEARCH METHODS TO CREATE SYSTEMATIC SYSTEM OF TEACHING COMPUTER SKILLS FOR THE TECHNOLOGY UNIVERSITY STUDENTS…….…….. 572
Ismagulova Zh.S., Kazangapova B.A., Bakytbekova M.B.
ANALYSIS AND MODELING OF MULTIPHASE QUEUING SYSTEMS……..……. 574

Kazangapova B. A., Yerzhan A. A.
USING MATHEMATICAL PREDICTION METHODS TO DETERMINE
INVENTORY MANAGEMENT STRATEGIES…… 579
Maksutova B.A., Baitenova S.A., Srazhdinova A.A., Akhmetova A.B., Anvarov S.A.
DETECTION AND TRACKING PEOPLE IN REAL-TIME WITH YOLO OBJECT DETECTOR…….... 584
Mamatova G.U., Bexeitova G.K., Berkutbayeva R.A., Bekaulova Zh.M.
THE PROBLEM OF AXISYMMETRIC BENDING OF A ROUND PLATES TAKING
INTO ACCOUNT THE INITIAL CURVATURE…… 592
Ramankulova B.P., Ilipbayeva L.B.
COMPARATIVE ANALYSIS OF THE MAIN INDICATORS OF THE SPEECH SIGNAL……. 598
Kazangapova B. A., Ismagulova Zh. S., Socialov Y. K.
CONSTRUCTION OF THE FUZZY NEURAL NETWORK MODEL FOR THE
TRANSPORT AND LOGISTICS PROCESS..... 604
Satayeva S.S., Imangaliyeva A.U.
THE PRODUCTION OF SULFUR CEMENT FROM CARBON WASTES…….. 611
Sidorova N., Tin N., Kaldybekkyzy M.
THE USE OF MEMBRANE TECHNOLOGY METHODS IN THE WATER
TREATMENT SYSTEM AT THE CHP……... 616
Suigenbayeva A., Sakibayeva S., Abdurazova P., Koshkarbayeva Sh., Zhunisbekova D.
METHOD FOR CALCULATING THE POWER OF THE PROCESS OF DISPERSING 620
OF RUBBER COMPOUNDS……..……..
Tukymbekov D.Kh., Saymbetov A.K., Nurgaliyev M.K., Kuttybay N.B., Omarali B.M., Dosymbetova G.B.
MODELING THE CONSUMPTION OF AN INTELLIGENT AUTONOMOUS STREET
LIGHTING SYSTEM IN VARIOUS WEATHER CONDITIONS……..……. 624
D. Chikibayeva, Yeren N., Abzhalilova A.
DEVELOPMENT OF THE REAL TIME FACE RECOGNITION SYSTEM……..……... 632
Astanayeva A.A., Sharipova B. D., Zhylkamanova M.K.
MAIN COMPONENTS AND TOOLS FOR THE DEVELOPMENT OF THE DIGITAL
ECOSYSTEM OF THE INTERNET OF THINGS…… 637
Amirgaliev E., Toleuzhan A.
ANALYSIS OF METHODS AND MODELS OF SPEECH SYNTHESIS SYSTEMS…… 641
Yeleussinov A., Amirgaliyev Y., Taizo M
METHODS AND ALGORITHMS FOR FORMING A BASE AND PROCESSING
MANUSCRIPT TEXTS IN THE KAZAKH LANGUAGE…….. 648
Kambatyrov M., Nazarbek U., Petropavlovskiy I.
RESEARCH OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF SHUNGITE
FOR USE IN THE PRODUCTION OF FEED ADDITIVES..... 656

Physical and mathematical sciences

Tuseyev T., Toksanbayev Zh .K.
STUDY OF THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF MATERIALS
REQUIRED FOR HYDROGEN ENERGY…… 660
Shakenova A., Shakenova R.
THE PRIME GENERATING TRIPLES AND BINOMIAL DISTRIBUTION…… 664
Seidulla Zh.K., Isatayev M.S., Toleuov G., Sultan M.R.
CALCULATION OF THE STATIC PRESSURE DISTRIBUTION IN A JET
PROPAGATING ALONG A ROUGH CURVED SURFACE…….. 668
Issakova Zh., Danlybayeva A.K., Beysenkali A.
VARIOUS FORMS OF SPIN SYSTEMS……. 672
Kalybay A.A.
CRITERIA OF BOUNDEDNESS OF ONE CLASS OF VOLTERRA TYPE INTEGRAL
OPERATORS IN WEIGHTED LEBESGUE SPACES…….. 677
Manatbayev R.K., Sagdoldanov A.A.
STUDY OF THE HEAT EXCHANGE OF A NASA-0021 WING PROFILE WITH AN INCOMING
WIND FLOW AT DIFFERENT SPEEDS AND ANGLES OF ATTACK…… 682
Dadayeva A.N., Ainakeyeva N.Zh.
GENERALIZED SOLUTIONS OF BOUNDARY VALUE PROBLEMS OF DYNAMICS
THERMOELASTIC RODS…… 690
Kalybay A., Keulimzhaeva Zh.
EQUIVALENT NORMS OF SPACE WITH MULTIWEIGHTED DERIVATIVES..... 699

Urmashev B.A., Kasenov S.Y., Tursynbay A.T., Temirbekov A.N., Amantayeva A.B., Sagimbayeva L.A.
SOLUTIONS OF THE INVERSE PROBLEM OF PHARMACOKINETICS FOR THE THREE-COMPARTMENT MODEL…… 708
Mussatay S. S., Bekova G.T., Abykanova B.T.
ROGUE WAVE SOLUTIONS OF THE TWO DIMENSIONAL NONLINEAR SCHRÖDINGER EQUATION……. 715
Orazbayev B.B., Tanirbergenova A.A., Kuznetsov A.G., Serimbetov B.A., Orazbayeva K.N.
THE MINIMIZATION PROBLEM IN THE CONDITIONS OF THE MINIMUM CRITERIA DRIFT AND SIMPLEX METHODS ITS DECISIONS..... 721
Tussupov D., Mukhanova A., Makhazhanova U.
A MATHEMATICAL MODEL OF ASSESSING THE CREDITWORTHINESS OF A SMALL BUSINESS…… 727
Aydossov A., Bayamirova R.U., Togasheva A.R., Zholbassarova A.T.
MATHEMATICAL MODELS OF ATMOSPHERIC TRANSPORT OF REACTIVE POLLUTANTS EMITTED BY OIL AND GAS FISHERIES…….. 732
Kisała P., Kalizhanova A., Kozbakova A., Yedilkhan D., Aitkulov Zh., Orazbekov Zh.
EXPERIMENTAL-MODEL RESEARCHES OF THE INTERROGATION SYSTEM..... 738
Kalizhanova A.U., Shaikulova A.A., Kozbakova A.Kh., Aitkulov Zh.S., Yedilkhan D., Orazbekov Zh.
ASSESSMENT OF THE QUALITY OF THE INTERROGATION SYSTEM, TAKING INTO ACCOUNT PHYSICAL, ENVIRONMENTAL, ECONOMIC AND SOCIAL FACTORS..... 748

Chemical and metallurgical sciences

Nazarbekova S.P., Nazarbek U.B., Abdurazova P.A.
REVIEW OF THE MAIN METHODS OF COMPOUNDS SYNTHESIS WITH APATITE STRUCTURE..... 758
Merkibayev Y.S., Luganov V.A., Chepushtanova T.A., Guseinova G.D., Mishra B.
THERMODYNAMIC STUDY OF HIGH TEMPERATURE ZINC OXIDE SULFIDATION…… 761
Kydyraliyeva A.D., Besterekov U., Petropavlovskiy I.A., Bolysbek A.A., Urakov K.N.
MODELING OF THE EFFECT OF SPECIFIC CONSUMPTION OF AMMONIUM NITRATE, PHOSPHORUS FLOUR AND POTASSIUM CHLORIDE ON THE RATIO OF NUTRIENTS IN NPK–FERTILIZERS…….…… 766
Yevloyeva Kh.S., Atabayeva S.D. , Didorenk S.V., Alybayeva R.A., Kamshybayeva G.K.
IRON AND CALCIUM CONTENT IN SOME SOY VARIETIES…….……. 772

Редакторы:
Н.Ф. Федосенко
Верстка на компьютере:
Л.П. Умирбекова
Д.Ш. Тажиева

Подписано в печать 25.04.2020 г.
Формат 60x84 $^{1}/_{8}$. Усл. п.л 49,1.
Тираж 500 экз. Заказ № 243.

Адрес редакции:
ул. Сатпаева, 22, КазНИТУ каб. 607, тел. 292-63-46 ,Nina.Fedorovna. 52 @ mail.ru
Департамент маркетинга и коммуникаций КазНИТУ
Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сатпаева