ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ҚазҰТЗУ ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК КазНИТУ

VESTNIK KazNRTU

№4 (128)

АЛМАТЫ 2018 АВГУСТ

Главный редактор
И. К. Бейсембетов – ректор

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

Отв. секретарь
Н.Ф. Федосенко

Редакционная коллегия:

С.Б. Абдыгаппарова, Б.С. Ахметов, 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, Р.М. Искаков, С.Е. Кудайбергенов, 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), Т.А. Чепуштанова, Г.Ж. Елигбаева, Б.У. Куспангалиев

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. 616, тел. 292-63-46
Nina. Fedorovna. 52 @ mail.ru

© КазНИТУ имени К.И. Сатпаева, 2018

УДК 621.382

G. Oshanova, Zh. Mamutov
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.
ainawakz@mail.com)

SALINIZATION IS A GLOBAL ENVIRONMENTAL PROBLEM IN IRRIGATED AGRICULTURE

Abstract. The sources of salinization of three types are considered in the article: natural, natural-anthropogenic, anthropogenic.

Thus, soil salinization can be viewed, on the one hand, as a process having natural causes and emergencies, on the other hand, as a result of anthropogenic impact on irrigated agriculture.

Salinization progresses with human intervention in natural and agrogenic ecosystems, which, in its turn, contributes to the emergence of new problems associated with salinization. One of the most serious environmental problems in the Volga region, Kazakhstan and the Central Asian republics was the depletion of water resources, which led to the ecological disaster of the Aral Sea. Archeological data testify salinization became the reason of relocation of the entire civilization and its decline. Hereof it follows the negative processes in the soil lead to this difficulty, basically salinization control from the history of Central Asia. This difficulty is hard to settle in the irrigated agriculture more than 8 thousand years.

Coordinated actions of the heads of the republics and states, as well as unified requirements and conditions for the use of soils in irrigated agriculture, their restoration and reclamation, are required to settle a global environmental problem down.

Key words: salinization, ecology, irrigation, soil, ground water.

Г.А. Ошанова, Ж. Y. Мамутов
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы)

ТҰЗДАНУ - СУАРМАЛЫ ЕГІН ШАРУАШЫЛЫҒЫНДАҒЫ ЖАҺАНДЫҚ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МӘСЕЛЕ

Түйіндеме:Мақалада қайта тұзданудың үш түрге біріктіруге болатын көздері қарастырылады: табиғи, табиғи-антропогенді және антропогенді. Осылайша, топырақтың тұздануын, бірінші жағынан, табиғат себептері мен пайда болу жағдайлары бар процесс ретінде, екінші жағынан суармалы егіншілікте антропогендік әсер етудің нәтижесі ретінде қарастыруға болады. Тұздану табиғи және агрогендік экожүйелерге араласу арқылы дамып келеді, бұл өз кезегінде тұзданудың жаңа мәселелерінің пайда болуына ықпал етеді. Повольже, Қазақстан және Орталық Азия республикаларының ең маңызды экологиялық мәселелерінің бірі Арал теңізінің экологиялық апатына әкеліп соқтырған су ресурстарының сарқылуы. Археологиялық деректерге сәйкес, тұздану бүкіл өркениеттің құлдырауына немесе жылжытылуына себеп болды. Осыған байланысты, мәселе теріс топырақтың процестерін, ең алдымен тұздылықты реттеуге байланысты туындайды, себебі Орталық Азиядағы тарихы 8 мың жылдан асатын суармалы ауыл шаруашылығында бұл мәселені реттеу қиын. Жаһандық экологиялық мәселені шешу үшін республика мен мемлекеттер басшыларының келісілген іс-әрекеттері, сондай-ақ суармалы егін шаруашылығында топырақты пайдаланудың бірыңғай шарттары мен талаптарын, оларды қалпына келтіру қажет.

Түйін сөздер: тұздану, экология, суару, топырақ, жер асты сулары

Кіріспе. Тұздың жиналуы ауылшаруашылығына қолданыла алатын аймақтардың барлық әлемдегі 340 млн. га жерді қамтыған әлемдік мәселе болып отыр[1]. Суарылған жерлердің нәтижесіндегі тұздануға қарағанда табиғи тұзданған жерлер көп аумақты алады.

Құрғақ және жартылай құрғақ аймақтарда суару және мелиорацияға байланысты көптеген мәселелер бар. Суармалы егіншілік құрғақ және жартылай құрғақ аймақтарда (Поволжье, Қазақстан,

Өзбекстан, Түрікменстан, Қырғызстан, Тәжікстан, Әзірбайжан) ауыл шаруашылығының негізін құрайды.

Суармалы аймақтарда табиғи жағдайлардың әр түрлілігі көрінісінде сумен сурау жүйелерін қанағаттанарлықсыз басқару көп мәселе тудырады, жердің сапасы мен топырақтың құнарлылығын нашарлатып, жер асты сулары мен су көздері, суармалы топырақтың ластануы мен тұздануына әкеп соғады.

Орта Азияның жазық аумақтары табиғи-сортаңданған және көбіне топырақтың қайта тұздануының дамуына ықпал етеді. Мәселен, Орал маңы ойпаты тұз жиналуының ежелгі және қазіргі саласы болып табылады [2]. Қара теңіздегі ойпатты тұзды жерлердің кең алаңы емондық, жаңаэвксиндік (шамамен 18 мың жыл бұрын), бугазсковитязевтық (10 000-9000 жыл бұрын) кезеңдерде болған [3]. Соңғы 16 000-20 000 жыл ішінде күшті желдің әсерінен тұзды алаңдардан босатылған бірнеше рет кең трансгрессии болып тұрады. Каспий бассейнінде регрессиядан кейінгі тұзды жерлердің кең алаңы маңғышлактық кезеңде (9-8 мың жыл бұрын Каспий теңізінің солтүстік бөлігі Терек сағасына дейін жетіп тұрған) және қазіргі кезде де бақыланып отырылды. Тек Каспий бассейніне тұзды жерлер алаңы плейстоцен және голоцен үшін неше рет миллион шаршы километрге жетті [4]. Желмен түскен тұздардан лесстер түзілді және тұз қорларын қалыптастырды. Археологиялық мәліметтер бойынша тұзданудың себебіне өркениеттің әлсіреуі болды. Осыған байланысты теріс топырақ процестерін реттеу бойынша сұрақ туындайды, ал бұл ең алдымен 8 мың жыл бұрынғы тарихы бар Орта Азия кезеңдегі суарылған жерлерді реттеу қиынға соғады [5].

Тұзды топырақты жерлерде орналасқан шаруашылықты түсіру және жаппай тексеру материалдары бойынша ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігінің төмендеуі ол шамамен: әлсіз тұздану – 0-ден 33 %; орташа тұздану – 50 %; қатты тұздану – 67 83% - ды құрайды; өте қатты тұздану кезінде егінді жоғалту тең дерлік 100 % [7].

Орта Азия республикаларының ауыл шаруашылығы алқаптарының жалпы ауданы 294,2 млн. га тең, оның ішінде егістік-43,4 млн. га. Суармалы жер аумағы – 9,39 млн. га (кесте 1) .

1-кесте. **Қазақстан мен Орталық Азия республикаларының жер телімдері (млн. га)**

Республика	Жер қоры	Ауыл-ш.жерлерінің ауданы	Егістік жер	Ауданның суарылатын жері
Қазақстан	272,49	194,82	26,61	2,30
Қырғызстан	10,80	10,60	1,34	0,84
Тәжікстан	14,31	1,57	0,77	0,72
Түркменстан	49,60	40,67	1,65	1,80
Өзбекстан	44,41	25,34	2,32	3,73

Тәжікстанда 93% аймақты таулар алады, олар тау арасындағы Фергандық, Заравшан, Вахш, Гиссарлық т.б қазаншұңқырларға бөлінеді, Арал теңізі бассейнінің 44% есептік ағысын қалыптастырады [8].

Түркіменстанда суармалы жерлер үшін 7 млн га жер жарамды. Қазіргі уақытта шамамен 2 млн. га суарылады, аумақтың 70% – құмдар, 7 % – тасты таулар, 5 % – сорлар, 5 % – саз. Түркіменстанда суарылатын аймақтың 60% орта, күшті және өте күшті деңгейде тұздалған, аймақтың 53% эрозия және дефляцияға ұшыраған, суарылатын аймақтың 60 % жер асты суларының сыни тереңділігі (1-2,5 м) жағдайында [9].

Жер асты сулары терең ақпағанда топыраққа тұз ағынының ұлғаюы нәтижесінде тұз жиналу артады. Осы мәселе туралы жалпы түсінік жұмыста берілген [10].

Нәтижелері. Бұдан бұрын жарияланған жұмыстарға сәйкес, жартылай және құрғақ аймақтардағы топырақтың тұздану көздерін зерттеп, оларды шартты түрде бірнеше топқа біріктірдік[11].

1. Таудан топырақты материалды алып тастау. Суару жүйесіне жақын аумақта тау құрылуының белсенді процестері тұзды топырақты құратын материалды үнемі алып тастап, жазықтықта жинақталады. Ежелгі геологиялық дәуірде Орта Азия аумағында қалыптасқан жер үсті және жер асты ағындары жұмысын жалғастыруда. Өзара қозғалысы жолында тұздар ағынды жыныстардан тұздар жасап, олардың прогресі барысында ежелгі тұзды шөгінділердің тұздарымен байытылған. Су қозғалысы кезінде олар химиялық құрамы мен минералдануын өзгертеді. Тау ағындары ішінара өзендерге ағызылады, депрессиялар жасайды және суларын соңғы жинақтау аймақтарына алып барады. Дегенмен, таулы жерлердің аңғарында, бұл тұздардың ерігіштігін температураның жоғарылауымен төмендеуі

салдарынан салыстырмалы түрде суық жер асты суларынан гипстің және әктің жоғалуы нәтижесінде пайда болған жер қойнауының қабатында күшті гипс пен қалың горизонттардың қалыптасу аймақтары бар, ол кезде жер асты сулары жылы көкжиекке түседі. Бұдан басқа, мұнда өте сирек болса да, тұздары қалдықтар болып табылатын жоғары минералды жер асты суларын түсіру аймақтары бар. Мысалы, Әзірбайжанда Үлкен және Кіші Кавказдағы іргелес тау тізбектерінен тұздардың ағыны оңай еритін тұздармен байытылған тастардан тұрады, жер үсті суларымен жүзеге асырылады. Топырақтың және жер асты суларының кез-келген қарапайым учаскесінің химиялық құрамы осы учаскедегі биік бөліктің (мысалы, Ширван дала) шөгінділерінің химиялық құрамымен тығыз байланысты [12].

2. Өзен суларын өсіру минерализациясы. Таулы территориядан шығатын өзен суының тұздылығы 0,3-0,4 г / л аспайды және гидрокарбонат сипатына ие, өйткені суармалы массивтерден және жер асты суларынан, табиғи түрде ағып кеткен өзендермен араласып, судың суланған учаскелерінен дренажды суды ағызу салдарынан сульфатты-хлоридтік сипатта өзен суының тұздылығы 1,0-2,0 біртіндеп жетеді (8). Құрғақ климат жағдайында, суармалы топырақтың тұздануының ең қуатты және үнемі әрекет ететін көзі өзен суларында оңай еритін тұздар. Соңғы 50 жылда өзен суларының минералдануы 3-8 есе өсті.

3. Топырақтың тұздануы - өзен ағысының конустарында және ежелгі суару аймағындағы шалғайдағы тұздану. Суару үшін өзендердің үстіңгі ағынын ұлғайту арқылы топырақта тұздар мен шөгінділердің жиналуы да артады. Осылайша, Өзбекстандағы тұзды топырақтардың негізгі массивтері өзен сағаларының аудандарымен және сортаңдану қалыптасқан жергілікті рельефтердің төмендеуімен шектеледі. Үлкен және кіші өзендердің дельта учаскелерінде сортаңға бөлу аймақтарының мысалдары Зарфшан (Қарақөл оазисі) және Әмурдария (Хорезмский оазис және Қарақалпақия) өзеннің дельта бөлігі болып табылады.

4. Теңіз тұздылығы және тұзды көлдер. Жағалаудағы аудандарда тұздылық көзі - теңіз суы. Осылайша, Аралдың жағалауы құрғаған кезде жағалау бойында сульфат-магний мен натрий тұздарының қатысуымен негізінен хлоридті сортаңдар пайда болады. Теңіз шөгінділерінде қалыптасқан топырақ бастапқыда тұзды болып келеді. Ежелгі теңіз шөгінділері жел арқылы жазықтықтарға тасымалдайтын тұздардың «жеткізушілері» болады [13].

5. Жел эрозиясы жүздеген километрге тұздардың жиналуын таратуға көмектеседі және сол арқылы тұзды одан әрі дамытуды белсендіреді.

6. Теңіз деңгейінің қозғалысы. Осылайша, ғалымдар Каспий теңізі деңгейінің көтерілуімен бірге жер асты суларының деңгейінде синхронды көтерілу бар, олар Каспийге жақын аумақтарда суару шараларын кеңінен таратумен байланыстырады деп есептейді [14]. 1980-жылдары Ресей, Әзербайжан, Қазақстан және Түрікменстанның Каспий аймағында суарудың шамамен 2,7 млн гектар жерді қамтыды [32]. Сонымен қатар, бірқатар өзен төсеніштерінің, соның ішінде Еділдің бөгеті тұйықталған және бұл су қоймаларынан сүзгі суының әсері бірнеше ондаған шақырымға созылған [33].

7. Маусымдық тұздану. Қазіргі уақытта суармалы жерлердің маусымдық тұздануы дерлік суару сапасының есебінен емес, жер асты суларында ерітілген тұздардың тартылуынан, суару тәртібінің бұзылуынан туындайды. Булану кезінде көбірек тұздар минералданған сумен тіпті суаруға қарағанда жер асты суларынан түбірлік аймаққа жиі енгізіледі. Құрғақ аймақта тұздардың күшті көзі терең көтерілген шырындар болып табылады. Дегенмен, олар бірқатар терең тереңдіктерде жеткілікті жергілікті көрінісіне ие болса да, олар солтүстіктегі желдің ұзақ қашықтықта тасымалданатын зиянды сортаңдану қалыптасуында маңызды рөл атқарады. Тау тектес жазықтар мен далаларға суарудың таралуымен тұзданған жерлер алаңы (жоғарғы горизонттағы тұзды емес, бірақ төменгі горизонттағы тұздардың маңызды реликтік қоры бар) күрт өсті. Таудың түзілуінен қашық болғандықтан, жерасты суларының табиғи және жасанды түрде құрылған суару ағындары олардың химиясын көмірсутегінен сульфаттан хлорид-сульфатқа дейін және хлоридке өзгертеді.

Нәтижесінде келесі жер асты суларының аймақтары анықталды:

- тауларға жақын жақсы өткізгіш шөгінділерден өтіп, жаңа HB көмірсутекті химия ағынын құю және транзит;

- қышқыл және гипстық топырақ қабаттарының пайда болуына қызмет ететін жаңа піскен немесе сәл сығымдалған HS, сондай ақ жер асты суларын тасымалдайтын қабаттардың өткізгіштігі күрт төмендеуінен пайда болған тұзды жерлерді жырту;

- хлоридтердің кең таралуы бар, олардың сыртқы ағыны өте аз болады және олардың деңгейі тек атмосфералық жауын-шашынмен және топырақ бетінен және өсімдіктерден толық булану арқылы анықталады.

Үлкен тұз қоры бар учаскелердің табиғи таралуына сәйкес, суармалы жерлердің тұзданған жерлері жоғарғы және төменгі өзеннен төменге дейін артады.

9. Тыңайтқыштардың үлкен жылдамдығы (1 га егістік жеріне 600 кг-ға дейін) және топырақты жуғаннан кейінгі химикаттар суды қатты минералдандырады және оларды улы заттармен біртіндеп қанықтырады. Сол сулар Амудария мен Сырдария өзендерінде үлкен мөлшерде шығарылады, ал олардың төменгі бөлігі қайтадан суару үшін қолданылады [5].

10. Ағынды реттеу. Құрғақ климатта ол оңтүстік аймақта (Іле, Сырдария өзені және т.б.) шағын және ірі өзендердің бассейндерінде су тапшылығына әкелді, бұл Арал теңізінің ауданын екі есе қысқартты. Осындай жағдай Балқаш көлінде де күтілуде. Мысалы, егер Өзбекстан Республикасы жылына 100 км3 су қажет болса, бар қауіпсіздік тек 34,6 км ^{3} [15].

11. Сортаң сортаңдардың тұздылығында кемргіштер, әсіресе саршұнақтар белгілі бір рөл атқарады. Жыл сайын саршұнақтар жер асты топырақтың көкжиегінен жер бетіне 1 га 1,5 т топырақ тастайды. Осы шығарындылармен бірге топырақ бетіне жылына 25 кг / га оңай ерітілген тұздар және 345 моль / сағ SO4-2 гипс ионды кіреді. Бұл тұздар саршұнақтардан асып кетеді және топырақ профиліндегі атмосфералық жауын-шашынмен бірге келеді және жуылмайтын су режимінің болуы жоғарғы топырақ қабатында тұздардың локализациясына және гипсті жинақтау үшін жаңа горизонттың пайда болуына әкеледі.

12. Салқындатқыш SO3 жеткізушілері болып табылатын ірі қалалар мен өнеркәсіптік орталықтардың жақын орналасуы тұздардың эолды қозғалысын жеңілдетеді. Мысалы, Әзербайжанның теңіз суларының атмосферасындағы сульфатты және натрий хлоридінің кіруі Каспий теңізінің жағалауында орналасқан Баку, Сумгаит, Краудг және басқа да ірі қалаларды қамтамасыз етеді, күкірт, хлорид және натрий қосындыларын өңдейтін ірі зауыттардың қалдықтарын тасушы жылдың барлық мезгілдерінде құрғақ жерлерге жел соғып тұрады [12].

Тұздану табиғи және агрогендік экожүйелерге араласу арқылы дамып келеді, бұл өз кезегінде тұзданудың жаңа мәселелерінің пайда болуына ықпал етеді.

1. Су-тұз режиміндегі өзгерістер. Суармалы аумақтардағы гидрогеологиялық процестер және топырақтың гидрологиялық режимі өзгереді. Себебі:

- жерді рекультивациялау жүйелерінің ирригациялық арналары жер асты суларына судың шоғырландырылған көздерін құрып, олардың жергілікті деңгейін қалыптастырады;
- жетілмеген суару техникасы кен орындарында судың біркелкі бөлінуін қамтамасыз ете алмайды, өрістердегі судың жоғалуы бороздардың бастапқы (терең разряд) және соңы (беткі ағынды) учаскелерімен шектеледі, ол бұл жердің тұздануына әкеледі, топырақтың ағуы негізінен далаға түсетін судың ағып кетуін тоқтатпайды, алайда кеніштерден шығып кетуден немесе кен орындарынан шығып кететін жер асты суларын таратады, сондықтан ол өрістердегі топырақ қабатындағы тұздардың теңдігін сақтайды (су көздеріне 70-80% -ға дейін) [16].

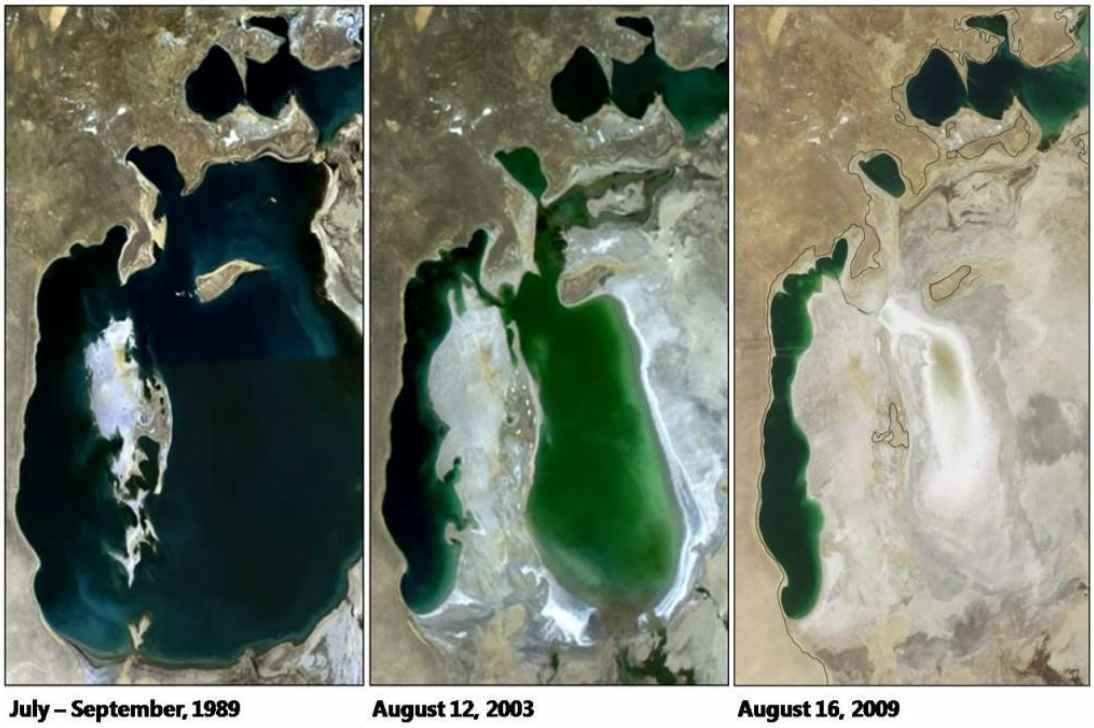
2. Ылғалдылық. Суармалы жерлерде тұздану және суды ағызу дереу бір мезгілде орын алады: кейде шөл тұзданудан бұрын, бірақ жиі екіншісімен бірге жүреді. Көптеген батпақтардың қалыптасуы суару сусыздандыру және жер асты суларының беткі қабатына шығарылуы салдарынан туындайды. Жаһандық масштабта жыл сайын 500-600 мың гектар жерді батпақтанудан және топырақтың тұздануынан айырылады. Дұрыс емес суарылудың нәтижесінде суарылатын массивтердің тұздану мен ылғалдануы бір аймақпен ғана шектелмейді (2-3 жылдан кейін көршілес жатқан массивтерге таралады). Топырақтың құнарлылығын жоғарылату қайталама батпақтану және тұздану әсерінен (егер басталған болса) күнделікті және сағат сайын жүреді, сондықтан оны мүмкіндігінше ертерек және жергілікті деңгейде күресу қажет.

3. Су ресурстарының сарқылуы. Поволжья, Қазақстан және Орталық Азия республикаларының ең маңызды экологиялық мәселелерінің бірі су ресурстарының сарқылуы болды. Каспий, Арал, Балқаш, Зайсан, Алакөл сияқты бірегей құрлықтық теңіздер мен көлдер бар. Бірінші кезекте суармалы егіншілік үшін тұщы суды тұтыну ауқымын кеңейту табиғи су көздерінің бітелуіне және сарқылуына әкелді.

1960 жылдары теңізде 1066 км^3 су бар, ал 1980-ші жылдардың соңында оның көлемі 450 км ^{3} болды, судың тұздылығы 11-12 г / л-ден 26-27 г / л-ге дейін өсті [13]. Теңіз деңгейінің 13 м-ге дейін төмендегені, теңіз түбінің тұзды шөлге айналуы. Жыл сайынғы шаң дауылдары Еуразияның кең аумағына тұз салады. Көрші елдерде су тұздылығы 1,5-2 м-ге дейін көтерілді, бұл Арал маңындағы суармалы жерлердің құнарлылығының төмендеуіне әкелді. Теңіз айнасын азайту желдің және климаттық сипаттамалардың өзгеруіне әкеп соқты.

Арал теңізінің тұздануы және деңгейінің ұзақ мерзімді бағыты[15].

Осындай жағдай Балқаш көлінде дамыды, оның деңгейі 10-15 жылда 2,8-3 м төмендеді. Сонымен қатар, Каспий теңізінің деңгейін көтеру жалғасуда, бұл Кара-Боғзғол шығанағының құйылуына қатысты заңсыз шешім. Арал теңізінің тереңдігінің динамикасын талдау және іргелес аумақтарды шөлейттендіру теңіздің толық жойылуының күрделі болжамына алып келеді (5-сурет).



1-сурет. Арал теңізінің деградациясы [39]

Н.Бабак идеясы: ол Каспий мен Арал арасындағы жер қыртысында жер блоктарының кемшіліктері бар, соның арқасында Аралдан Каспийге өтетін суды тасымалдайтын жер асты өзендері Каспий теңізінің деңгейін көтереді. Экологиялық апат Арал және Каспий теңіздеріне қауіп төндіреді. Арал теңізінің құрғауы аймақтағы топырақтың жай-күйіне жағымсыз әсер етеді, ол 20 миллион ауыл тұрғынының экономикалық жағдайы мен денсаулығын құртады. Аймақта ауыл шаруашылық дақылдарының өнімділігі 20-30% -ға төмендеді, топырақтың тұздануына байланысты шығындар жылына 2 млрд. АҚШ долларына бағаланады [17].

Қазіргі заманғы идеяларға сәйкес, тұзды топырақты мелиорациялау кез келген әмбебап техниканы пайдалана отырып шешілмейді және келесі элементтерден тұратын шаралар жүйесін енгізуді талап етеді: 1) жоғары агротехникалық кешені; 2) аумақты тиісті ұйымдастыру; 3) суару желісінің дұрыс жұмыс істеуі; 4) топырақтан тұздарды алу үшін арнайы мелиорациялық шаралар кешені .

Мысалы, М.Р. Абдуев [12] суармалы топырақты қалпына келтіру бойынша келесі шаралар кешенін ұсынады: 1) жасанды ағындарды қалыптастыру және жер асты суларының дренаждық жүйелерінің көмегімен төмендету (көлденең терең ашық дренаж, көлденең жабық кәріз, тік дренаж); 2) ауыр техникамен жыртылған жерлерді қысқарту; 3) судың суару нормасы екі немесе үш дозада болуы керек (топырақтың қалыптасу жағдайына, гранулометрияға және тұздардың мөлшеріне байланысты 6000-12000 м 3 су қажет); 4) жуудан кейін тыңайтқыштарды енгізу және жыл сайын тұзды төзімді дақылдарды себу қажет (судан шөп, тәтті үнді тары, үнді құмай, күнбағыс); 5) жыл сайынғы тұзды төзімді дақылдардан кейін, бақташының сферофизін және жоңышты себу керек, содан кейін тек мақтаны. Су өткізгіштігі нашар сазды сортаң топырақты қайтару үшін Орта Азия үшін ұсынылған С.Н. Золотарев және М.И. Дашевский, Әзірбайжан үшін - М.А. Агамаров, А.К. Ахтудов және Т.А. Мамедов әдістерімен жуу.

Қорытынды. Осылайша, Орта Азия, Төменгі Еділ және Қазақстан республикаларында суармалы топырақтардың тұздануы тек қана осы әкімшілік аумақтар үшін ғана емес, сондай-ақ көршілес аумақтар үшін химиялық ыдырауға ұшыраған топырақты кеңейтіп, жаһандық және ауқымды болып табылады және олардың пайда болу себептері трансшекаралық аспектілерге ие. Жаһандық экологиялық проблеманы шешу үшін республика мен мемлекеттер басшыларының келісілген іс-әрекеттері,

сондай-ақ суармалы ауыл шаруашылығында топырақты пайдаланудың бірыңғай шарттары мен талаптары, оларды қалпына келтіру және рекультивациялау және биомереадизация қажет.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Тот Т., Пастор Л., Кабош Ш., Кути Л. Засоленные почвы Венгрии: прогноз распространения на основе гидрогеологических карт // Экология и география почв / Ред. П.В. Красильников. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. С. 116-157.

[2] Широкова Ю.И., Морозов А.Н. Экологические проблемы засолённых орошаемых земель [Электронный ресурс]. http://water-salt.narod.ru/eko_prob_z_z_uz.htm (дата обращения 15.05.2014).

[3] Панкова Е.И., Айдаров И.П., Ямнова И.А, Новикова А.Ф., Благоволин Н.С. Природное районирование засолённых почв бассейна Аральского моря (география, генезис, эволюция). М., 1996. 180 с.

[4] 10. Динамика ландшафтных компонентов и внутренних морских бассейнов Северной Евразии за последние 130 000 лет // Развитие ландшафтов и климата Северной Евразии. Поздний плейстоцен-голоцен – элементы прогноза: Атлас-монография. Вып. II: Общая палеография / Под ред. А.А. Величко. М.: Геос, 2002. 232 с.

[5] Экологические проблемы государств Средней Азии и Казахстана [Электронный ресурс]. http://otherreferats.allbest.ru/ecology/00162789_0.html (дата обращения 15.05.2014).

[6] Проблемы опустынивания и засоления почв аридных регионов мира / В.А. Ковда; [отв. ред. Е.И. Панкова, И.П. Айдаров]; Ин-т физ.-хим. и биол. проблем почвоведения РАН. М.: Наука 2008. 415 с

[7] Широкова Ю.И., Морозов А.Н. Экологические проблемы засолённых орошаемых земель [Электронный ресурс]. http://water-salt.narod.ru/eko_prob_z_z_uz.htm (дата обращения 15.05.2014).

[8] Глазовский Н.Ф. Аральский кризис – причины возникновения и пути выхода. М.: Наука, 1990. 130 с.

[9] ФАН Узбекской ССР. Экономические и социальные проблемы развития и размещения производительных сил Узбекской ССР на современном этапе. Ташкент: Институт по изучению производительных сил, 1986. 166 с.

[10] Бабаев А.Г. Карта антропогенной деградации земель бассейна Аральского моря и пояснительная записка к ней. М., 1993

[11] Приходько В.Е. Изменение почвенных процессов и почв Поволжья при орошении // Почвенные процессы и пространственно-временная организация почв / отв. ред. В.Н. Кудеяров; Ин-т физ.-хим. и биол. проблем почвоведения РАН. М.: Наука, 2006. С. 520-540.

[12] Абдуев М.Р. Почвы с делювиальной формой засоления и вопросы их мелиорации. – 3-е изд. СПб.: Академия исследования культуры, 2012. 312 с.

[13] Восстановление Аральского моря [Электронный ресурс]. http://elementy.ru/lib/430635 (дата обращения 15.05.2014).

[14] Соколова Т.А., Топунова И.В., Сиземская М.Л., Толпешта И.И., Дронова Т.Я. Эволюция солевого состояния солончаковых солонцов Северного Прикаспия в связи с динамикой уровня грунтовых вод (на примере почв Джаныбекского стационара) // Роль почв в биосфере: Тр. Ин-та почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова и РАН / Отв. ред. Г.В. Добровольский. М.: Изд. Ин-та почвоведения МГУ-РАН; Тула: Гриф и К. Вып. 2. Географическое разнообразие почв. Почвы и биота. 2003. С. 234-259.

[15] Чембарисов Э.И, Бахритдинов Б.А. Гидрохимия речных и дренажных вод Средней Азии. Ташкент: УКИ- ТУВЧИ, 1989. 37 с

[16] Парфёнова Н.И., Решёткина Н. Экологические принципы регулирования гидрогеологического режима орошаемых земель. СПб.: Гидрометеоиздат, 1995. 360 с.

[17] Hydrobiology of the Aral Sea. Edited by Nikolay V. Aladin et al. Dying and Dead Seas: Climatic vs. Anthropic Causes. NATO Science Series IV: Earth and Environmental Sciences. Kluwer, 2004. Vol. 36. 392 p.

Ошанова Г.А., Мамутов Ж. Y.

Засоление – глобальная экологическая проблема в орошаемом земледелии

Резюме. В статье рассмотрены источники вторичного засоления, которые условно можно объединить в три большие группы: природные, природно-антропогенные, антропогенные. Таким образом, засоление почв можно рассматривать, с одной стороны, как процесс, имеющий естественные причины и условия возникновения, с другой стороны, как результат антропогенного воздействия при орошаемом земледелии. Засоление прогрессирует при вмешательстве человека в природные и агрогенные экосистемы, что, в свою очередь, способствует возникновению новых проблем, связанных с засолением. Одной из наиболее серьезных экологических проблем Поволжья, Казахстана и республик Средней Азии стало истощение водных ресурсов, что привело к экологической катастрофе Арала. По археологическим данным, засоление стало причиной упадка или перемещения целой цивилизации. Для решения глобальной экологической проблемы требуются согласованные действия руководителей республик и государств, а также единые требования и условия использования почв в орошаемом земледелии, их восстановления и рекультивации.

Ключевые слова: засоление, экология, орошение, засоленные почвы, грунтовые воды.

UDC 238(076)411

L.S. Nurabayeva
(Taraz State Teachers University, Taraz, Kazakhstan
E-mail: lyazzat2781@mail.ru)

TOPONYMY LANDSCAPE IN THE SOUTH TERRITORY OF KAZAKHSTAN

Abstract: The Southern part of Kazakhstan is located in the south of Turan lowland. The terrain is mountainous hilly and flat steppe. Environmental conditions of the South of Kazakhstan are various; there are deserts, hills, mountain ridges, semi deserts, mountains and steppes. The ridges of the Tien-Shan are in the South region mountain area, Karatau in the center, in the south-east the Talas Alatau range, which is composed of ridges of Karzhantau and Ugam. South Kazakhstan region as an administrative and territorial unit was formed on March 10, 1932. The land area is 117, 3 thousand km., that make up 4, 3% of the territory of Kazakhstan. It adjoins Karaganda in the north, Kzyl-Orda in the west, Zhambul region in the east and Uzbekistan in the south. It has 11 districts, 8 towns, 13 villages and 932 rural settlements. It administrative centre is Shymkent.

Key words: South Kazakhstan region, Karzhantau ridge, Ugam ridge, ice-nival mountain, erosion and denudation flat, arid and denudation mountain belt.

Л.С. Нурабаева
(Тараз мемлекеттік педагогикалық университеті, Тараз, Қазақстан
E-mail: lyazzat2781@mail.ru)

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН АУМАҒЫНЫҢ ЛАНДШАФТТЫҚ ТОПОНИМИКАСЫ

Түйіндеме: Оңтүстік Қазақстан өңірі – Тұран ойпатының оңтүстігінде орналасқан. Жер бедері бойынша таулы, төбелі және жазық дала болып келеді. Оңтүстік Қазақстан облысының табиғат жағдайлары алуан түрлі, мұнда шөлдер мен шөлейттер, төбелер, тау жоталары мен қыраттар кездеседі. Облыстың таулы ауданы оңтүстігінде Батыс Тянь-Шань жоталарынан, орталығында Қаратаудан, ал оңтүстік-шығысында Талас Алатауының сілемдері болып табылатын Қаржантау және Өгем жоталарынан тұрады. Оңтүстік Қазақстан облысы әкімшілік-аумақтық бірлік ретінде 1932 ж. 10 наурызда құрылған. Жер көлемі 117,3 мың км^2, бұл Қазақстан аумағының 4,3% бөлігін құрайды. Солтүстігінде Қарағанды, батысында Қызылорда, шығысында Жамбыл облыстарымен, ал оңтүстігінде Өзбекстан Республикасымен шектеседі. Облыста 11 аудан, 8 қала, 13 кент және 932 ауылдық елді мекен бар. Орталығы – Шымкент қаласы.

Түйін сөздер: Оңтүстік Қазақстан облысы, Қаржантау жотасы, Өгем жотасы, мұздықты – нивальдық тау, эрозиялық - денудациялық жазық, аридті – денудациялық тау белдеуі

Оңтүстік Қазақстан өңірі – Тұран ойпатының оңтүстігінде орналасқан. Жер бедері, негізінен құмды алқаптар мен сор ойпаңдар алмасып жатқан жазық болып келеді.

Оңтүстік Қазақстан облысы әкімшілік-аумақтық бірлік ретінде 1932 ж. 10 наурызда құрылған, республиканың оңтүстігінде, Сырдария алабында орналасқан. Жер көлемі 117,3 мың км^2, бұл Қазақстан аумағының 4,3% бөлігін құрайды. Халқының саны 2,17 млн. Терістігінде Қарағанды, батысында Қызылорда, шығысында Жамбыл облыстарымен, ал түстігінде Өзбекстан Республикасымен шектеседі. облыста 11 аудан, 8 қала, 13 кент және 932 ауылдық елді мекен бар. Облыс аумағы 171 ауылдық округтерге және 13 кенттік округтерге бөлінген. Орталығы – Шымкент қаласы [1].

Республикада қолайлы табиғи жағдайларымен ерекшеленетін, қысы қатал, жазы салқын Түлкібас пен түгін тартса майы шығатын Жетісайдың, жайма шуақ Түркістанның арасында ежелде өмір сүрген өркениетті ел болғандығын дәлелдейтін археологиялық қазба орындар мол. Жақпар тастарда, қыш кітаптарда қалған таңбалар оңтүстік өлке тарихының сырлы белгісі іспетті.

Облыстың айтарлықтай өндірістік - экономикалық мүмкіндіктері бар. Олардың негізін орасан зор табиғи қорлар мен жеткілікті еңбек ресурстары құрайды.

Уран қоры жөнінен облыс Қазақстанда бірінші, фосфориттер мен темір рудасы бойынша – үшінші орын алады.

Облыс мақта, тері шикізаттары, өсімдік майы, жеміс-жидек, көкөніс өнімдерін, жүзім, бау-бақша, макарон, темекі, сыра және басқа да алкогольсіз сусындарды басқа жерлерге жеткізіп отырады.

Сонымен бірге, облыста қорғасын, цемент, мұнай өнімдері, күкірт қышқылы, шифер, автотрактор шиналары, экскаваторлар, трансформаторлар, майлы ажыратқыштар, шұлық-ұйық, тігін бұйымдары, жиһаз шығарылады.

Облыста екі бағытта жалпы ұзындығы 445 км темір жолдар, ұзындығы 5,3 мың км автомобиль жолдары, оның ішінде қатты жабыны бар 5,1 мың км жол бар. Азаматтық авиация ұзындығы 27 мың км ауа белдеулерінде жұмыс істейді. Облыс орталығы халықаралық Орынбор – Ташкент және Түркістан – Сібір магистральдарының тоғысында орналасқан. Сонымен қатар, облыс аумағы арқылы Ташкент – Шымкент – Тараз – Алматы және Ташкент – Шымкент – Түркістан – Самара автомагистральдары өтіп жатыр [2, 3].

Оңтүстік Қазақстан облысының табиғат жағдайлары алуан түрлі, мұнда шөлдер мен шөлейттер, төбелер, тау жоталары мен қыраттар кездеседі. Жер бедері бойынша оны үш ауданға бөлуге болады: таулы, төбелі және жазық дала.

Облыстың таулы ауданы оңтүстігінде Батыс Тянь-Шань жоталарынан, орталығында Қаратаудан, ал оңтүстік-шығысында Талас Алатауының сілемдері болып табылатын Қаржантау және Өгем жоталарынан тұрады.

Өгем жотасы оңтүстік-батыс бағытта 120 км-ге созылып жатыр және кескінінің тегістігімен сипатталады. Оның суайрық жоталары әдетте жазық келеді, көптеген карст шұңқырлары бар. Оңтүстік-батыс бөлігіндегі басты суайрық жотасы солтүстік-шығыс бөлігінде көтеріле отырып, 2800-3200 м. биіктікке жетеді. Жекелеген шыңдарының биіктігі 3700-3800 м. дейін жетеді. Жотаның құрылысы ассиметриялық, ол түгел дерлік асбестен тұрады. Жотаның солтүстік-батыс баурайлары көлбеу және ұзын келген. Суайрық жоталары тегіс формаларымен ерекшеленеді. Ағын су мұнда бірқатар тар, жартасты, жүру қиын шатқалдар түзген.

Өгем жотасының суайрық басы солтүстік-шығысқа қарай өзінің жазық пішінін жоғалтып, сүйірленген және тілімделген. Жотаның баурайларын Өгем және Піскем өзендерінің көптеген салалары алып жатыр. Бұл салалардың аңғарлары тасты шатқалдар болып келеді.

Қаржантау жотасы Өгем жотасынан батысқа қарай орналасқан. Оның жалпы ұзындығы 80 км-ге жуық.

Жотаның шығыс бөлігін Өгем жотасынан Өгем өзенінің аңғары бөліп жатыр. Батысында Келес өзені орналасқан Келес ойпаты жатыр.

Жотаның басты су айрығы оңтүстік-батыстан солтүстік-шығысқа қарай созылып жатыр, баурайлары тік, қысқа келген, көптеген аңғарлармен бөлінген. Жотаның орташа биіктігі 1700-2000 м. Ең биік нүктесі - Мыңбұлақ тауының биіктігі – 2834 м.

Қаратау жотасы Талас Алатауынан Шоқпас асуы тұсында бөлініп шығып, солтүстік-батысқа қарай 420 км-ге созылып жатыр. Ол Солтүстік-батыс (Үлкен) Қаратау мен Шығыс (кіші) Қаратауға бөлінеді. Қаратау жүйесіне негізгі жотамен бірге Боралдайтау, Үлкен Ақтау сынды оған қатар орналасқан бірнеше жота кіреді.

Жотаның көлденең қимасының құрылысы ассиметриялық – оңтүстік-батыс баурайы көлбеу, ұзын келген, ал солтүстік-шығысы тік, салыстырмалы қысқа. Оңтүстік-батыс баурай Қарашық, Баялдыр т.б. өзендердің аңғарларымен күшті тілімделген. Жоғары бөлігінде 100-400 м, орта бөлігінде 500-600м. және етегінде 60-250м. тереңдікке дейін жетеді. Өзен аралықтарында құрылымдық қырқалардың рельефі тән. Суайрық жоталардың бойында кейде үстірт тәріздес учаскелер кездеседі. [4-6].

Оңтүстік-Батыс Қаратаудың асбестен, құмнан, алеврометтен және интрузивтік жыныстардан тұратын солтүстік-шығыс баурайына тар өзен аңғарлары бар тік баурайлар тән, мұнда төбелі учаскелер сирек кездеседі.

Қаратау жотасы солтүстік-батысында біртіндеп төмендеп, жекелеген шоқыларға ауысады және Қызылқұм мен Бетпақдала шөлдерінің шекарасы маңында көрінбей кетеді.

Кіші Қаратау үшін төбесінің жайпақ болып келуі және солтүстік-шығыс баурайының айтарлықтай тілімденуі тән.

Осы сипатталып отырған аумақта байқалатын тектоникалық қозғалыстар таулардың геоморфологиялық құрылысы мен қатпарлы құрылысында өз ізін қалдырған. Жас көтерілулер тау рельефінің әртүрлі сатыларын жасады, ал тау етегі мен тау аралықтарында аккумулятивтік рельеф қалыптасты. Осыған байланысты аумақта рельефтің үш генетикалық типін бөліп көрсетеді: денудациялық — тектоникалық таулар, эрозиялық — денудациялық пласты жазықтар және аккумулятивті жазықтар.

Денудациялық-тектоникалық таулардың рельефі мұздықты – нивальдық биік тау белдеуін, эрозиялық - денудациялық орта тау белдеуін және аридті – денудациялық тау бөктерін біріктіреді.

Мұздықты-нивальдық биік тау белдеуі биіктігі 2500 м. асатын Өгем, Майдантал, Талас жоталарында дамыған. Рельефте мұздық денудацияның және аязды желден мүжілудің іздері бар. Мұнда аспалы мұздықтар мен күртік қар басқан карлар, трог аңғарлары, цирктер, мореналық шөгінділер және адам аяғы жете бермейтін жартасты аңғарлар кең таралған. Трог аңғарларының көбінде ежелгі мұз

басудың іздері қалған, тек кейбірінде ғана қазір аңғар мұздықтары кездеседі. Қардың көптігі мен тік баурайлар қар көшкінінің жүруіне себепші болады. Мұнда шұңқырлар мен үңгірлер түрінде ежелгі және қазіргі карстар кездеседі. Шөгінді және опырынды материалдардан аңғарларда түрлі бөгеттер түзіліп, тоғандар пайда болады.

Эрозиялық-денудациялық орта тау белдеуі Қаратау, Талас және Қаржантау жоталарында кездеседі. Рельеф 1800-2500м. биіктікпен сипатталады. Суайрық жоталардың үштары сүйір, дегенмен жайпақтары да кездеседі. Аңғарлардың кескіні Ү-тәріздес, баурайларының тіктігі әртүрлі, олар қиыршық тастармен және қой тастармен көмкерілген. Шұңқыр түріндегі карстар, сайлар кездеседі, олар болуы мүмкін сел ошақтары болып табылады. Көлбеу келген баурайларда эрозияның интенсивтілігі әлсірейді. Орта тау белдеуі рельефінің түзілуі альпі тектогенезімен байланысты [7-10].

Аридті денудациялық төменгі тау белдеуі Қаратау тауының негізгі рельефі болып табылады және 700-1500м аралығындағы биіктікпен сипатталады.

Мұндағы рельеф эрозиялық тілімденуімен және беткейдің тегістелу кескіндерімен ерекшеленеді. Суайрық жоталардың тегістелген беткейлерін аңғарлар кесіп өтеді. Қаратаудың оңтүстік-шығысында Боралдай және Құлан таулары орналасқан. Мұндағы, суайрық жоталар шошақ келген, ал жекелеген шыңдар үшкір пішінді. Тау аңғарлары тар, жартасты ал олардың ұзына бойы кескіні сатылы келген. Баурайлардың жартасты сипаты мен карст құбылысының дамығандығы тау жасаушы ізбестердің кең таралуымен анықталады. Төменгі тау белдеуінің рельефі тектоникалық және одан кейінгі денудациялық-эрозиялық процестердің өзара әрекет тесуімен түзілген.

Эрозиялық-денудациялық пласттық жазықтар Қаратау жотасының оңтүстік-батыс баурайының бойында таралған. Толқын тәріздес жер бедері мезозой және кайназой шөгінділерін сайлар мен аңғарлардың тілімденуі нәтижесінде пайда болған. Мұнда мезозой және кайназой дәуірлерінде опырынды материал жинақталған. Кейіннен тектоникалық қозғалыстардың нәтижесінде тау жыныстары көлбеу қатпарлы құрылымдарға айналған. Осыған байланысты рельеф солтүстік-шығыстан оңтүстік-батысқа қарай созылған қысқа тау тізбектерімен сипатталады. Литологиясы жағынан әртүлрлі жыныстардың эрозиялық мүжілуі рельефтің төбелі және үстелді -тау жұрнақты типін анықтады. Рельефтің осы типі жыралық эрозия процестерінің әлсіз байқалуымен сипатталады.

Пролювиальдық еңіс жазықтар Талас Алатауының солтүстік баурайларын, Қаратаудың оңтүстік-батыс және солтүстік-шығыс баурайларын және Қаржантау жотасының солтүстік баурайларын түзген. Олардың биіктігі 300-800 м аралығында ауытқиды. Тау етегінде бірқатар көтеріңкі учаскелер түзілген, бұл жазықтарға әлсіз толқынды сипат береді. Эрозиялық аңғарлар кең таралған, олар әлсіз байқалатын террасаланған кертпелер түзеді. Көбінесе жас эрозиялық ойықтар ежелгі кең аңғарларға сұғынып жатады. Аңғарлардың ойығының тереңдігі тау етегінде 20-30м жетеді, ал таудан алыстаған сайын біртіндеп азайып, тегістеліп кетеді.

Еңіс жазықтардың рельефі тектоникалық, денудациялық және негізінен, аккумулятивтік процестердің өзара әрекеттесуінен қалыптасқан [11].

Аллювиальдық террасаланған жазықтар Ақсу, Арыс және т.б. өзендердің бойында кездеседі. Жазықтардың түзілуі өзендердің аккумулятивтік әрекетіне байланысты. Жазықтардың беті террасалармен бұрырланған. Төрт терраса бөліп көрсетіледі: өзен жайылмасы және жоғары жайылма, екінші және үшінші жайылма үстіндегі террасалар.

Жайылма (жоғары жайылмамен бірге) барлық өзендердің бойында кездеседі. Олардың ені 0-600 м аралығында ауытқиды. Жайылма өзен бастауларында қиыршықты - малта тасты шөгінділерден құралған, бұл шөгінділер өзеннің орта ағысында қиыршықты – құмды және саздақты құрылымға ауысады. Өзен сағасына қарай құмды-саздақты құрылымдар басым болады.

Бірінші жайылым үстіндегі террасаның ені 0,2-ден 2-4 км-ге дейін өзгереді және жайылмадан 0,6 - 2,5 метрлік кемермен бөлініп тұрады. Террасаның беті тегіс болады, тек өзен жаққа қарай болмашы ғана еңіс келеді.

Екінші жайылма үстіндегі террасаның су бетінен биіктігі 5-10 метрдей болады. Оның беті тегіс, террасаның ені 0,5-2 км-ден 15-20 км-ге дейін ауытқиды.

Үшінші жайылма үстіндегі терраса кең таралған. Оның беті лай тәріздес саздақ топырақтан тұрады, жыралармен тілімденген. Жыралар ойығының тереңдігі 10-30 м-ге жетеді, ал террасаның биіктігі 5-7 - ден 20 - 40 м-ге дейін өзгереді. Террасаның ені кейде 20 км-ге дейін жетеді [12-13].

Аймақты геологиялық құрылысының күрделілігі бойынша аудандастыру қарастырылып отырған аумақта үш негізгі геологиялық – құрылымдық элементті бөліп көрсетуге болады: денудациялық, пласттық және аккумулятивтік жазықтар.

Денудациялық – тектоникалық тарауларға Талас Алатауы, Өгем, Майдантал, Қаржантау, Жабағылы, Үлкен және Кіші Қаратау сияқты бірқатар тау жоталары жатады.

Өгем мен Майдантал жоталары – биіктігі 4000 м асатын таулар. Мұнда аспалы мұздықтары бар Карлар, Трог аңғарлары, цирктер, мореналар, тік жартасты аңғарлар кең тараған.

Қаржантау жотасының ұзындығы қысқа ғана – 50 км-ге жуық, биіктігі 1800-2000 м суайрық жоталарының пішіні негізінен жұмыр, жазықтан 900-1000 м биіктікте көтеріліп тұрады.

Жабағылы тауы солтүстік-шығысқа қарай 30 км-ге созылып жатыр. Тау биіктігі 4000 м-ден асады. Ең биік нүктесі – Ақсукент шыңы (4027 м.). Оның солтүстік баурайында мұздық бар. Таудың оңтүстік және солтүстік екі тармағы бар.

Үлкен және Кіші Қаратау жоталарының ұзындығы – 420 км, биіктігі 1500-1800 м, орта және аласа тауларға жатады. Ең биік нүктесі – Бессаз тауы (2176м.). Баурайлары ассиметриялы, солтүстік-шығыс баурайы тік, жартасты, оңтүстік-батыс баурайы көлбеу және өзендері мен жылғалар көп шығады. Терең өзен аңғарлары жота баурайларын жекелеген өзен аралық массивтерге бөледі. Өзен аңғарлары каньон тәріздес. Рельеф макро-пішіндері оны жасаушы жыныстардың литологиясымен байланысты: суайрық кеңістіктер ізбестерден тұрады, төбелі рельеф аргиллиттер ауданында дамыған. Эрозиялық-денудациялық – пласттық Қаратау жотасының оңтүстік-батысында таралған. Бұл толқынды рельефтің кей жердегі биіктігі 50 м-ге дейін жетеді.

Аккумулятивтік жазықтардың рельефі екі түрмен – пролювиальдық еңіс жазықпен және аллювиальдық жазықпен берілген. Ақсудың төменгі ағысы және Арыс сияқты ірі өзендердің бойында таралған. Пролювиальдық еңіс жазықтар Талас Алатауының солтүстік баурайларында және Қаратаудың оңтүстік-батыс баурайында кездеседі [14-15].

Жер бедерінің оң пішіндеріне қатысы бар 300-ден астам атауды құрамындағы индикатор-терминдер бойынша топтастырғанда, ең үлкен топты «төбе» терминінің қатысуымен жасалған топонимдер 60 атау құрады. Олардың көпшілігі жазық бөліктегі биіктігі 400 м-ден аспайтын төбелердің немесе тауалды аудандардағы кішігірім таулардың атаулары болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Әбдірахманов С. Қазақстандағы жер-су атауларының топонимикасы. - Алматы, Ғылым, 2009. – 23-28 б.

[2] Базарбаев Қ. Қазақстанның топонимикалық зерттеулері. - Алматы, 2009. – 60-65 б.

[3] Байпаков К.М. Средневековая городская культура Южного Казахстана и Семиречья (VI -нач. XIII в.в). – Алматы: Наука, 2006. – С. 83-88.

[4] Бекжанов Г.Р. Геологическое строение Южного Казахстана // Академия минеральных ресурсов Республики Казахстан. Алматы. –2000.- С. 71-76.

[5] Әбдірахманов А. Топонимика және этимология. – Алматы, Ғылым, 2005 .- 28-35 б.

[6] Рысбергенова К. Историко-лингвистическое исследование топонимов Южного Казахстана. – Алматы, Ғылым, 2000. – С. 95-102.

[7] Чупахин В.М. От пустынь до горных вершин.- Алма-Ата: Казахстан, 1966.-С.50-55.

[8] Омаров Т. Р., Муравлев Г. Г. Южный Казахстан. - Алма-Ата, «Наука», 2003. – С. 76-80.

[9] Рожко М.Д. Расчет оседаний земной поверхности с использованием точек максимальных наклонов - Украина, 2010. - С. 18-24.

[10] Национальный атлас Республики Казахстан: в 3 т. / под. ред. А.Р. Медеу. – Алматы, 2010. – Т.2. - 160с.

[11] Авдеев А.В. Геодинамическая карта Южного Казахстана. Масштаб 1:500000 // Алматы. – 2001. – С. 30-35.

[12] Гармс Е.О. Оптимизация рекреационного природопользования в Южном Казахстане: автореферат на соискание канд. геог. наук. – Барнаул, 2016. – 20 с.

[13] Taylor S.R., McLennan S.M. The continental crust: its composition and evolution. Blackwell Scientific Publication. Carlton. – 2008. 312p.

[14] David A. Yuen, Shigerenori Maruyama, Shun-Ichiro Karato, Brian F. Windley. Superplumes: Beyond Plate Tectonics.– 2007. – XIV. – 569 p.

[15] Joachim R.R., Ritter, Ulrich R. Christensen. Mantle Plums. 2007. – VIII. – 502 p. [3] Pirajno. F. Ore Deposits and Mantle Plumes. – 2010. – 576 p.

Нурабаева Л.С.

Ландшафтная топонимика Южно-Казахстанского региона

Резюме: Регион Южного Казахстана расположен в Туранской низменности. Природные условия южно-Казахстанской области разнообразны, здесь встречаются пустыни, полупустыни, горы и степи. В горной области на юге простирается хребет Тянь-шаня, на юго-востоке простираются хребты Каржантау и Угам, которые являются массивами Таласского Алатау. Южно-Казахстанская область основана как административно-территориальный регион в 1932 году 10 марта. Площадь составляет 117,3 тыс. км^2, что составляет 4,3% часть

территории Казахстана. Южно-Казахстанская область граничит на севере с Карагандинской, на западе с Кызылординской, на востоке с Жамбылской областями, а на юге граничит с Республикой Узбекистан. В области 11 районов, 8 городов, 13 поселков и 932 сельских населенных пунктов. Административный центр – город Шымкент.

Ключевые слова: Южно-Казахстанская область, хребет Каржантау, Угамский хребет, ледовито-нивальная гора, эрозионно - денудационное плоскогорье, аридно-денудационный горный пояс

Nurabayeva L.S.

Toponymy landscape in the south territory of Kazakhstan

Summary: The Southern part of Kazakhstan is located in the south of Turan lowland. The terrain is mountainous hilly and flat steppe. Environmental conditions of the South of Kazakhstan are various; there are deserts, hills, mountain ridges, semi deserts, mountains and steppes. The ridges of the Tien-Shan are in the South region mountain area, Karatau in the center, in the south-east the Talas Alatau range, which is composed of ridges of Karzhantau and Ugam. The South Kazakhstan region as an administrative and territorial unit was formed on March 10, 1932. The land area is 117, 3 thousand km., that make up 4, 3% of the territory of Kazakhstan. It adjoins Karaganda in the north, Kzyl-Orda in the west, Zhambul region in the east and Uzbekistan in the south. It has 11 districts, 8 towns, 13 villages and 932 rural settlements. It administrative centre is Shymkent.

Key words: South Kazakhstan region, Karzhantau ridge, Ugam ridge, ice-nival mountain, erosion and denudation flat, arid and denudation mountain belt.

U.D.C. 631.92

A.A. Bekkuliyev, B.T. Kozhahmetov, Zh.K. Mukaliyev
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: bekkuliyev@gmail.com)

PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF REMOTE SENSING DATA FOR AGRICULTURAL LANDS

Abstract. Application of remote sensing data for agricultural lands allows exploring many issues. The results obtained by the remote sensing data are used as the main sources of agricultural lands and topographic mapping.

Key words: Remote sensing, agricultural lands, space images

Introduction. Remote sensing is the acquisition of information about an object or phenomenon without making physical contact with the object and thus in contrast to on-site observation. Remote sensing is used in numerous fields, including geography, land surveying and most Earth Science disciplines (for example, hydrology, ecology, oceanography, glaciology, geology); it also has military, intelligence, commercial, economic, planning, and humanitarian applications. In current usage, the term "remote sensing" generally refers to the use of satellite- or aircraft-based sensor technologies to detect and classify objects on Earth, including on the surface and in the atmosphere and oceans, based on propagated signals (e.g. electromagnetic radiation). It may be split into "active" remote sensing (i.e., when a signal is emitted by a satellite or aircraft and its reflection by the object is detected by the sensor) and "passive" remote sensing (i.e., when the reflection of sunlight is detected by the sensor) [1].

Remote Sensing methods are widely used in the agro-industrial complex of many countries of the world. Remote Sensing allows to determine crop areas and fields of crops, from the level of states and regional. The green, red and NIR reflectance could be employed as variables to estimate the

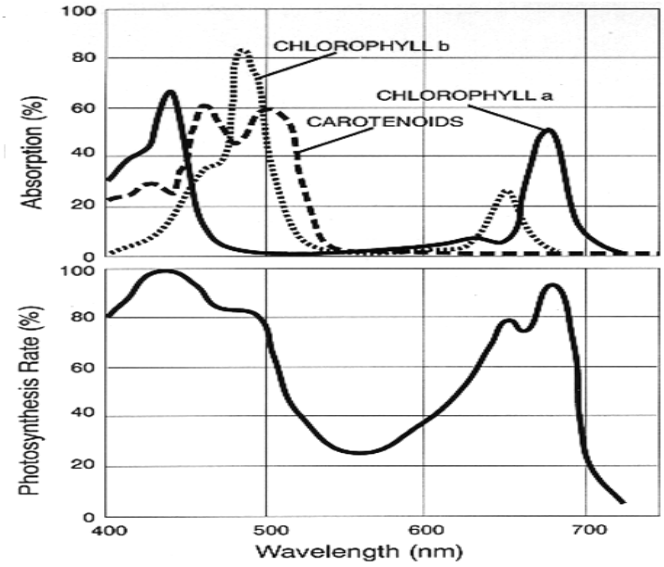
Leaf Area Index (LAI). Many investigations have been conducted to assess crop characteristics, such as biomass, and LAI, by means of combinations of reflectance or digital pixel values in various spectral bands [2]. The results of calculations are used for tax control over the producers of products, developing a flexible system of prices and quotas, planning export-import operations and other activities.

For Kazakhstan with its vast expanses, the use of remote sensing data for monitoring agricultural land is of particular relevance [3].

Methods. Development of methods for monitoring of land degradation landslides will allow solving the facts and objectivity of the information, as well as significant changes to the review of land survey maps. At present, the world-wide satellite monitoring and evolutionary software is a promising development of automated technology handling and analysis of satellite data, which are based on the world-wide monitoring system of agricultural lands. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) quantifies vegetation by measuring the difference between near-infrared (which vegetation strongly reflects) and red light (which

vegetation absorbs). Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) uses the NIR and red channels in its formula. Crops and vegetation in general are in green tones when seen in true color [4,5].

Nature is this way because photosynthetic activities associated with vegetation need the energy of the blue and red wavelengths. Green is thus not necessary and is most reflected. Seeing things in true color and identifying vegetation based on green patterns is one thing. But what if we could exploit the information stored in the other bands. The following graph shows the absorption rate of chlorophyll and we clearly see that the green wavelengths are, as expected, the least absorbed. Notice however the very poor absorption rate in the NIR area (> 700nm) in picture 1.



Picture 1. Chlorophyll absorption rate (Source: Wikipedia)

By following the logic, can we thus pretend the more photosynthetically active a plant is, the more this gap between the red and NIR is widened? Observations confirm and the NDVI (Normalized Differenced Vegetation Index) index is a very good indicator for plants' health, vitality, the greenness and the amount of vegetation (not the biomass). NDVI is the expression of the contrast between the reflectance of the red and the NIR reflectance. The formula is the following

NDVI = (NIR – VIS) / (NIR + VIS) (1)

And the values it takes ranges from -1 to 1. Healthy vegetation has values from 0.3 to 0.8. Free standing water is around 0. So what about "wet vegetation"? Water content tends to darken the objects. Soils are around 0.1 and 0.2 [6].

In picture 2 from the true color perspective, one can see where the crops and the bare lands are. But is it really easy to spot the most photosynthetically active crop fields? The NDVI index gives much more information about that

Picture 2. Crops satellite view. True color and NDVI.

The most active field, the greenest in the NDVI image, looks like any other crop field in the true color image. Some other crops on the left image are not active in the NDVI image and they should maybe be looked at.

Results. The spectral permissible sensor is determined by the total length of the electromagnetic spectrum, which is sensitive to the sensor. There are transparent windows, widely used in the RS method, from space to space, which corresponds to the range of the optical range. The ultra-wide range of radio waves (1mm ... 10m) has a clearer window, ie between 2 cm and 10 m

Spatial resolution is the amount that describes the size of objects that are different in the video.

Classifier capture by spatial resolution:

• Very low viscosity of 10,000 - 100,000 m;
• Pictures with low viscosity of 300 to 1,000 m;
• Medium sized images are 50 to 200 m;
• High resolution images:
1. relative high 20 - 40 m;
2. high 10 - 20 m;
3. very high 1 - 10 m;
4. High resolution images above 0.3 - 0.9 m.

One of the problems of forecasting yields from space is to determine the amount of weed vegetation in the green biomass of grain crops. To evaluate this factor, a special technology for assessing the degree of weediness and taking into account its effect on the future crop has been developed. The main task of evaluating the productivity of vegetation cover using space imagery is to find the relationship between satellite data and parameters [7].

Sensor	Pixel size	Scale
Landsat 7 ETM+	15 м	1:100 000
SPOT 1-4	10 м	1:100 000
IRS-1C и IRS-1D	6 м	1:50 000
SPOT 5	5 м	1:25 000
EROS	1,8 м	1:10 000
OrbView-3 pan	4 м	1:20 000
OrbView-3	1 м	1:5 000
IKONOS pan	4 м	1:20 000
IKONOS*	1 м	1:5 000
QUICKBIRD pan	2.44 м	1:12 500
QUICKBIRD	0.61 м	1:2 000

Figure 1. The scale of the map scale to the spatial resolution of the images [8].

The problem of prognosis of the cosmos is predicted in the definition of aquatic rhizomes in the green biomass posewy of grain cultures.

Spectrum zone	Spectrum width
Visible area, micron	
Colored zones	
purple	0.39-0.45
blue	0.45-0.48
blue	0.48-0.51
green	0.51-0/55
yellow and green	0.55-0.575
yellow	0.575-0.585
yellowish	0.585-0.62
red	0.62-0.80

IR radiation, in micrometime	
close	0.8-1.5
average	1.5-3.0
far away	>3.0
Radio wave area, cm	
X	2.4-3.8
C	3.8-7.6
L	15-30
P	30-100

Figure 2. Features of spectral bands [9].

The basic task of the productivity of the rationalization of the cosmic development is to find a combination of satellite and parametramis, characteristic features, biometric velocities, or other properties of grain cultures.

Discussion and conclusion. The results of the conducted studies made it possible to reveal a number of new regularities of a theoretical and applied nature concerning the determination of the importance of remote sensing methods and GIS technologies in solving land management problems, or, more precisely, optimizing the monitoring system to support decision making in the planning of agricultural land use in agricultural production.

Today, up to 15% of the land degradation in Kazakhstan are inadmissible. The Committee on Control of Land Resources. The use of mineralization in the past 40 years has led to a decline of 20-30%, while this process is estimated at $ 2.5 billion. From year to year, degradation and erosion can be seen in Kazakhstan for 2025 years. It is up to 50% of farming habits [11]. The cosmological monitoring provides effective solutions to the problem. In the first place, it will be possible to inventory the agricultural landscape, allowing accurate identification of their granaries and plots, utilizing them, removing the land from the shaded background.Well, thanks to the goodwill, high-quality cartographic mapping can actually be done - actualization of base cadastres, planning, planning, and controlling the use of celestial. The cosmological monitoring also helps to monitor the situation of corporeal sufferers. Today, more than 20 million hectares of pastures in Kazakhstan are classified as degraded and about 125 million hectares are used or used. The LPP will provide an opportunity for inventory inventory, cost effectiveness and degree degradation processes. The cosmic erection suggests that wind and water erosion, the process of discharge, the negative anthropogenic pressing. This issue can be applied to rational use of pasteboard recombination [12, 13].

The Remote sensing methods play a special role in such a relatively new sphere of agriculture as "precise farming", the essence of which is that for obtaining from a certain field the maximum quantity of high-quality and cheap products for all plants of this farmland, the same growth and development conditions are created without disturbance norms of ecological safety [14]. "Precise farming" is being introduced through the gradual development of qualitatively new agrotechnologies on the basis of highly effective and environmentally safe technical and agrochemical means. The paramount importance for "accurate farming" is the constant monitoring of the state of vegetation. [15]. An important component of the technology of "accurate farming" is the timely detection and localization of areas of depressed vegetation within the field, which can be caused by various factors: plant damage by pests, weed control, etc. Remote sensing data for rapid response to the situation are indispensable, but for they must satisfy the following conditions: the possibility of prompt receipt and processing; high and ultrahigh resolution to improve the accuracy of determining the biophysical parameters of the vegetation cover;the presence of a multispectral mode for use in deciphering differences in spectral brightness; quite frequent frequency of receipt. Thus, there is a need for objective methods of monitoring land use, both at the level of individual agrarian regions and at the level of the country as a whole. Considering the important ecological, economic and social importance of agriculture in Kazakhstan

REFERENCES

[1]Ran, Lingyan; Zhang, Yanning; Wei, Wei; Zhang, Qilin (2017-10-23). "A Hyperspectral Image Classification Framework with Spatial Pixel Pair Features". Sensors. 17 (10). doi:10.3390/s17102421

[2]Menon A R R Remote sensing application in agriculture and forestry, 2012

[3]Rachkovskaya EI, Volkova EA, Khramtsov V.N. Botanical geography of Kazakhstan and Central Asia (within the desert area). SP, 2003. 425 p.

[4] Schoventgerd R.A. Remote sensing. Methods and models and methods of image processing. - Technosphere., 2010.

[5] Kashkin VB, Sukhinin AI Remote sensing of the Earth from space. Digital Image Processing: Textbook. - Moscow: Logos, 2001. - 264 p

[6].Urmayev M.S. Space photogrammetry: A textbook for high schools. - Moscow: Nedra, 1989. - 279 p

[7] Chandra AM, Ghosh SK Remote sensing and geographic information systems. - Moscow: CJSC RIC "Technosphere"., 2008

[8].Knizhnikov Yu.F., Kravtsova VI, Tutubalina O.V. Aerospace methods of geographical research: A textbook for students of higher education. training. institutions. - Moscow: Publishing Center "Academy", 2004. - 336 p.

[9] Garbuk SV, Gershenzon V.E. Space remote sensing systems of the Earth. - Moscow: Publishing House A and B, 1997. - 296 p.

[10] Davis Sh.M., Landgrebe DA, Phillips TL Remote Sensing: A Quantitative Approach, Ed. F. Svein and S. Davis. Trans. with English. - Moscow: Nedra, 1983. - 415 p.

[11] Vegetation of Kazakhstan and Central Asia (within the desert region). M 1: 2,500,000. - St. Petersburg

[12] Sysenko V.I. Territorial and resource bases of complex use of water resources // Territorial organization of economy and population settlement of TSCHR and adjacent areas: Sat. sci. Art. Kursk: Kursk. state. Univ., 2003. 161 p.

[13] Neishtadt I.A. Methods of processing data from satellite observations of MOBIB for monitoring arable land: diss. Cand. tech. sciences. M., 2007 162 p.

[14] Kozyreva E.P. Comprehensive assessment of the territory in economic and social geography /Geography in a changing world: the view of young scientists: the materials of the youth scientific-practical conf. "Facts of geography and geoecology" / St. Petersburg State University. SPb., 2005. 273 p.

[15] Gurman VI, Ryumina B.V. Ecological and economic models of sustainable development of the territory with a resource-producing type of production // Moscow: MGLU, 2001. 393 p.

Беккулиев А.А., Кожахметов Б.Т., Мукалиев Ж.К.

Перспективы применения данных дистанционного зондирования для сельскохозяйственных земель

Резюме. Применение данных дистанционного зондирования для сельскохозяйственных земель позволяет исследовать многие вопросы. Результаты, полученные данными дистанционного зондирования, используются в качестве основных источников сельскохозяйственных земель и топографического картографирования.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, сельскохозяйственные земли, космические снимки

Бекқұлиев А.Ә., Кожахметов Б.Т., Мукалиев Ж.К.

Ауылшаруашылық жерлерін арақашықтықтан зондылауды қолданудың болашағы

Абстракт. Ауылшаруашылық жерлерін арақашықтықтан зондылау мәліметтерін қолдану көптеген мәселелерді зерттеуге мүмкіндік береді. Арақашықтықтан зондылау деректерінен алынған нәтижелер ауыл шаруашылығы жерлерінің негізгі көзі және топографиялық карталар ретінде пайдаланылады.

Түйінді сөздер: арақашықтықтан зондылау, ауылшаруашылық жерлер, ғарыштық бейнелер.

UDC 550.3 (574)

A. Abetov [1], A. Niyazova [1], Zh. Saurykov [2]

([1]Kazakh National Research Technical University after K.I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan,
niyazova.akma@mail.ru
[2] “Geoken” SPC” LLP, Almaty, Kazakhstan)

POSITION OF SINGULAR EULER POINTS OF THE GEOMAGNETIC AND GEODENSITY MODELS OF NORTH USTYURT REGION

Abstract. In the article the territory of North Ustyurt was conditionally divided into three areas based on the principle of basement depth, the results of calculations of Euler’s deconvolution for geodensity and geomagnetic models are provided. In the density models**,** the main gravity-disturbing boundary is the zone of transition from Cretaceous to Jurassic sediments. In the geomagnetic fields**,** the upper edge of magnetic source bodies**,** presumably**,** is confined to Permian-Triassic volcanogenic sedimentary deposits. These results are recommended to be considered when planning and carrying out geological prospecting works.

Key words: North Ustyurt basin, Euler’s points, geodensity model, geomagnetic model, tectonic elements, basement.

The studies of morphology, intensity, and occurrence depth of anomalous objects in gravitational and geomagnetic fields of North Ustyurt region**,** in different years**,** have been carried out by Abetov A., Babadjanov T., Bashayev V., Haretsky R., Zakirov A., Kovrizhnikh P., Kunin N., Luk-Zilberman V., Makarova Z., Matusevich A., Nevolin N., Fusailov I., Tal-Virsky B., Shraibman V., et al.

At the same time, the number of studies dedicated to quantitative modeling of potential fields in the North Ustyurt region is extremely limited. Among them are the dissertation research works of Zakirov A. dedicated to modeling of the Uzbek part of the North Ustyurt region (2011).

Generally, in the North Ustyurt region, quantitative modeling of geophysical potential fields has not been conducted to date.

Taking into account the current situation and given the importance of this information channel to clarify geological structure and assessment of oil and gas potential of the region, and for the purposes of preliminarily assessment of the occurrence depth of anomalous objects in the geomagnetic and gravitational fields of North Ustyurt**,** the authors of this work had carried out the spatial Euler's deconvolution.

This method is based on the analysis of the amplitude spectrum of these fields in moving windows. The basis of this method is the dependence on uniform density or magnetization with depth [1; 2; 3].

The Euler's deconvolution, or the method of localization of singular points, was first proposed by D.Thompson in 1982 in the profile version. In 1990, A. Reid et al. developed a three-dimensional version, which found wide practical application. The basis of the methodology is Euler's equation for homogeneous functions [4].

It should be noted that Euler's deconvolution method is quite efficient and easily implemented on modern computers, which was the reason for its wide use for solving various geological problems [4].

This method makes it possible to obtain assessment of location and the depth of equivalent sources (Euler's solutions) of anomalies of potential geophysical fields. All calculations are implemented in the module Grav/Mag Interpretation of Geosoft Oasis Montaj^{TM} package.

Results of calculations of Euler points (ribbon-shaped) visualized in the form of colored points, the color of which characterizes the depth of source.

In this case the singular points of the gravitational and magnetic fields relate to surface fractures of magnetoactive objects and contacts of rock blocks with different magnetization and differentiation of density masses.

A positive factor when constructing interpretative models by Euler's deconvolution method is technology efficiency at minimum apriori information about the parameters of the environment.

The results obtained indicate that sources of gravitational and magnetic fields are located on different structural-formational floors and at different depths.

In this case, one of the main tasks requiring solutions during geological interpretation is the task of separating fields from different sources by depth. It is the linking of anomalous objects to depth that still remains the most critical factor in the deconvolution of Euler and requires additional comprehension.

Area 1 (hypsometrically most elevated) included the following tectonic elements: Barsakelmess and Chelkar deflections, Baychagyr, Aktumsuk, Akkul and Amanzhol-Sheluran highs, Karabaur and Aral-Kyzylkum swells, and Central Ustyurt dislocation system, the area of which comprised 174,492 sq.km (fig. 1, 2). The depth of the basement varies in the interval of 2-7 km.

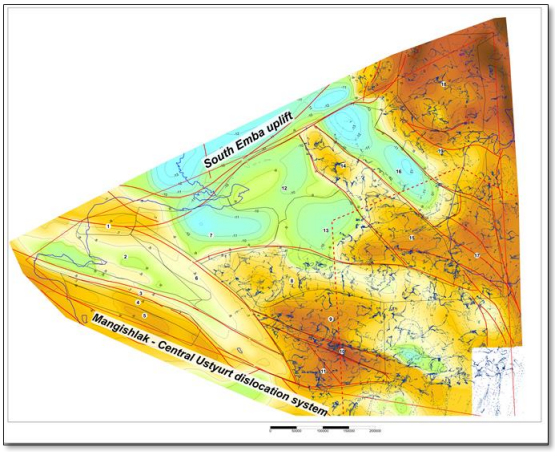


Figure 1. Map of the position of the singular points of the density model

Legend: Tectonic elements (by basement surface): 1 – Buzachi uplift; 2 – North Karatau system; 3 – Tyubkaragan-Karatau meganticlinal; 4 – Chakirgan deflection; 5 – Beke-Bashkuduk meganticlinal; 6 – Kizan-Tokubay uplift; 7 – Kultuk depression; 8 – Barsakelmess depression; 9 – Baychagyr high; 10 – Karabaur meganticlinal; 11 – Central Ustyurt system; 12 – Zhayilgan uplift; 13 – Sams depression; 14 – Amanzhol-Sheluran high; 15 – Aktumsuk uplift; 16 – Kosbulak depression; 17 – Aral-Kyzylkum system; 18 – Chelkar depression; 19 – Akkul high.

Area 2 (with intermediate depths of the basement bedding) covers Buzachi, Tyubkaragan-Karatau, Beke-Bashkuduk, and Kizan-Tokubay uplifts, Chakirgan and North Karatau system of deflections with a total area of 70,297 sq.km. The basement is submerged to depths of 6-9 km.

Area 3 (hypsometrically most immersed) includes Kultuk, Kosbulak, and Sams depressions, Zhayilgan uplift, the total area of which comprised 65,827 sq.km. The basement is submerged to depths of up to 9-13 km and more.

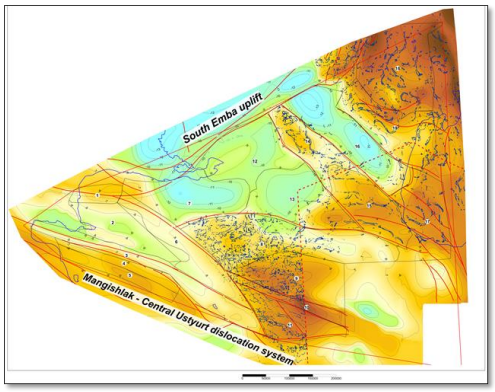


Figure 2. Map of the position of the singular points of the geomagnetic model
Tectonic elements (ref. Fig. 1)

Modeling of Euler's points in density and geomagnetic models showed their sharp differentiation by the number at different sections of depth.

The first observation that manifests itself is the maximum concentration of Euler's points in the density models at depths of 1,000-1,500 m in all of the above-described areas (fig. 1, table 1). On the geological sections of Northern Ustyurt, this range of depths corresponds to the transition area from poorly consolidated and non-consolidated deposits of Cretaceous-Neogene to the denser deposits of the Upper Jurassic [5; 6].

Table 1. **Distribution of the number of Euler's points with depth in gravitational and magnetic models**

Depth, m		Number of points	
		Gravity field	Magnetic field
Area 1	0-500	44,172	56,353
	1,000-1,500	60,491	45,939
	3,000-3,500	39,916	55,275
	7,000-8,000	25,719	14,725
	11,000-12,000	5,887	4,422
Area 2	0-500	24,056	7,898
	1,000-1,500	36,205	58,089
	3,000-3,500	17,145	31,471
	7,000-8,000	4,608	7,741
	11,000-12,000	865	2,067
Area 3	0-500	16,614	9,394
	1,000-1,500	21,879	16,163
	3,000-3,500	13,706	29,020
	7,000-8,000	9,501	16,289
	11,000-12,000	2,209	1,991

It is worth noting that, to the date, in scientific publications the opinion prevailed that the main density boundaries are located in the base of Jurassic deposits and on the contact of Paleozoic formations with a basement.

Distribution of Euler's points in the geomagnetic field indicated the maximum concentration in the depth range of 3,000-3,500 m. in all of the above-described areas. At these depths, in the geological sections of Northern Ustyurt, lies the transition zone from Jurassic deposits to Permian-Triassic formations.

Based on the above, it is necessary to state, that the relatively high values of magnetic susceptibility are characteristic of siltstones and clay rocks of upper Paleozoic and lower Triassic with the mean value, κ, of 25-30 x 10^{-5} units SI and increasing up to 300 x 10^{-5} units SI at certain interlayers of clay rocks [7].

This nature of distribution of the Euler's singular points in geomagnetic fields requires additional comprehension. This is due to the fact that in scientific publications it is widely spread that magnetic anomalies of tens-hundreds nT can be associated with magma-metamorphic rocks of crystalline basement or volcanogenic formations in the intermediate floor represented, possibly, by intrusive, but more likely by the vent facies, lava and tuff flows, and covers of medium and basic composition [7].

In this way, it can be stated that, in the first approximation, at the research by areas stage, the modeling of Euler points can be applied for determining the position of main boundaries of section in the formations of the sedimentary cover.

Certainly, this approach can be applied only under the condition of strict differentiation for each tectonic element.

Gradient changes in Euler's points with depth are another important parameter for density and geomagnetic modeling.

In the density models for areas 1 and 3, with small variations, there is a general trend observed which is a gradual decrease in the number of Euler's points with depth. Similar character is observed for the geomagnetic model for area 3 (fig. 3).

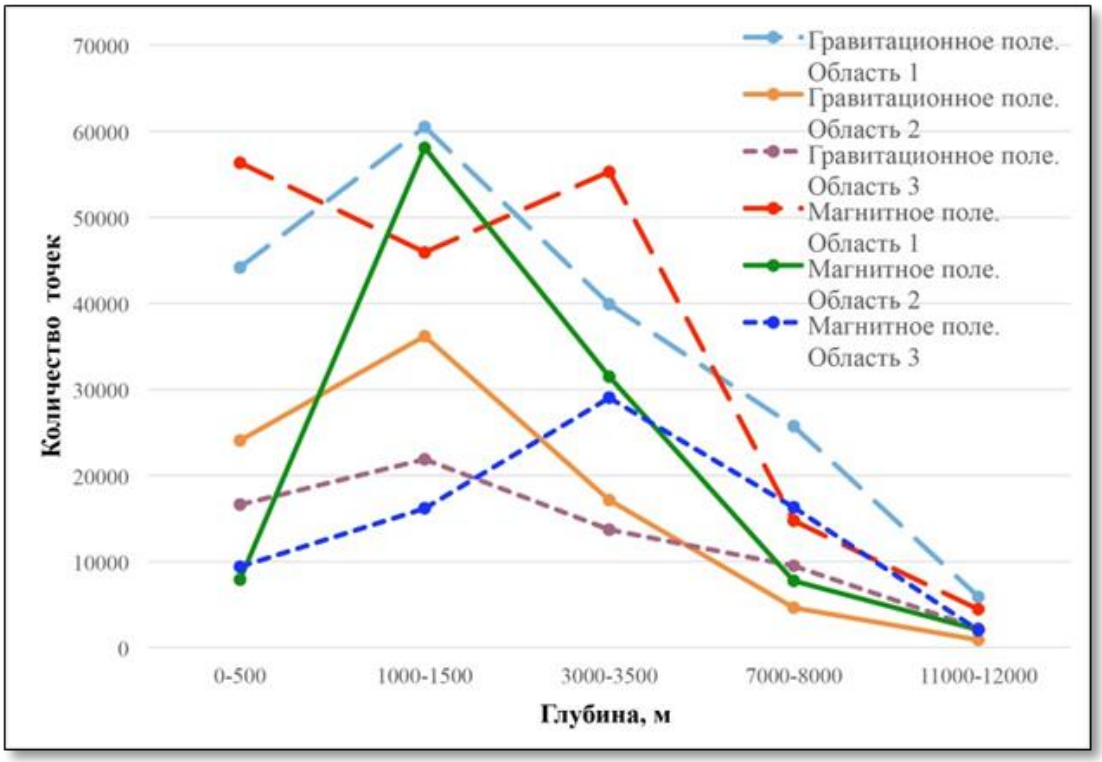


Figure 3. Graph of the distribution of the Euler's singular points by areas in density and geomagnetic models

Additionally, the tectonic elements of area 1 have experienced tectonic deformations; however, Paleozoic magmatism is minimal.

In geomagnetic models for areas 1 and 2, as well as for the density model of area 2, the number of these points rapidly decreases to depths of 7,000-8,000 m., and subsequently shows the tendency to flattening out (fig. 3).

The tip in the distribution curve of the number of Euler's points with depth, mapped by seismic data, corresponds to the surface of the basement.

It should be noted that in these areas the Permian-Triassic sediments are characterized by an increased dislocation in certain areas and by the presence in certain areas of the Paleozoic magmatic bodies.

For area 3, the gradient of change in the number of Euler's points at different depths is subject to insignificant/minor changes. Therefore, it should be noted that the tectonic elements of this area had long and steady deflections in the Phanerozoic and lack of intensive tectonic-magmatic dislocations.

In conclusion, it is necessary to note that calculations of Euler's deconvolution for three-dimensional density and magnetic models of North Ustyurt showed their effectiveness and geological significance as they allow, in the first approximation, estimating occurrence depth of gravity and magnetic source bodies.

Thus, in the density models**,** the main gravity-disturbing boundary is the zone of transition from Cretaceous to Jurassic sediments. In the geomagnetic fields**,** the upper edge of magnetic source bodies**,** presumably**,** is confined to Permian-Triassic volcanogenic sedimentary deposits [8].

Consequently, the results of calculations of Euler's deconvolution for three-dimensional density and geomagnetic models of North Ustyurt can improve plans for further geological exploration in this region.

REFERENCES

[1] Hood P. Gradient measurements in aeromagnetic surveying. // Geophysics. 1965. V. XXX. P. 891-902.

[2] Thompson D.T. EULDPH: A new technique for making computer-assisted depth estimates for magnetic data. // Geophysics. 1982. V. 47. P. 31-37.

[3] Reid A.B., Allsop J.M., Grancer H. et al. Magnetic interpretation in three dimensions using Euler deconvolution. // Geophysics. 1990. V. 55. P. 80-9

[4] Blokh Yu. I. Interpretation of gravitational and magnetic anomalies. Tutorial. 2009. – P. 232.

[5] Akramkhodzhaev A.M., Grinberg I.G., Sukhinin V.G., Yuldashev Zh. Yu., Valiev A.A. Oil and gas potential of the North Ustyurt basin. Tashkent, Publishing house «Fan», 1974. – P. 81.

[6] Aliyev I.M., Arzhevsky G.A., Grigorenko Yu.N. and etc. Oil and gas provinces of the USSR. Manual. M., Nedra, 1983. – P. 272.

[7] Tal-Virsky B.B., Geophysical fields and tectonics of Central Asia. M., Nedra, 1982. – P. 200.

[8] Daukeev S.Zh., Vocalevskiy E.S., Shlygin D.A., Pilifosov V.M. Deep structure and mineral resources of Kazakhstan. Volume 3. Oil and gas. Almaty, 2002. – P. 248.

Абетов А. Е., Ниязова А. Т., Саурыков Ж. Ж.

Положение особых точек Эйлера геомагнитной и геоплотностной моделей Северо-Устюртского региона

Резюме. В статье территория Северного Устюрта была условно разделена на три области, исходя из принципа глубины залегания фундамента, приведены результаты расчетов деконволюции Эйлера для геоплотностной и геомагнитной моделей. В геоплотностной модели основной гравивозмущающей границей выступает зона перехода от меловых к юрским отложениям. В геомагнитном поле верхняя кромка магнитовозмущающих масс предположительно приурочена к вулканогенно-осадочным отложениям пермо-триаса. Эти результаты рекомендуется учитывать при планировании и проведении геологоразведочных работ по поискам месторождений УВ.

Ключевые слова: Северо-Устюртская впадина, точки Эйлера, геоплотностная модель, геомагнитная модель, тектонические элементы, фундамент.

Абетов А. Е., Ниязова А. Т., Саурыков Ж. Ж.

Солтүстік Үстірт өңірінің гравикалық және магниттік өрістерінің ерекше Эйлер нүктелерінің орналасуы

Резюме. Мақалада Солтүстік Үстірт өңірі шартты түрде үш аймаққа бөлінді, гавикалық және магниттік модельдер үшін Эйлер деконволюциясының есептеу нәтижелері берілген. Гравикалық модельде басты гравиқоздырушы шекара ретінде бор мен юра шөгінділерінің ауысу аймағына, ал магниттік өрісте магнитті қоздырушы массалардың жоғарғы жиегі болжаммен пермо-триас вулканогенді шөгінді жыныстарға тән. Осы нәтижелерді геологиялық болжау мен көмірсутек кенорындарын іздеуде қолдану ұсынылады.

Түйін сөздер: Солтүстік Үстірт, Эйлер нүктелері, гравикалық модель, магниттік модель, тектоникалық элементтер, іргетас.

FTAMP 39.19.31

L.Sh. Kiyassova, D.Y. Alsherieva, K.B. Zulpykharov, G.S. Mukhtarkhan

ECOLOGICAL FEATURES OF THE LANDSCAPES OF THE SOUTH KAZAKHSTAN REGION

Abstract. The ecological features of the landscapes of the South Kazakhstan region are observed in the article. The landscape structure of the South Kazakhstan region is determined by the latitudinal position of the territory, hypsometric differences and confinement to the large geomorphological regions, such as the foothill plains and the Western Tien Shan Mountains, the raised denudation plain of Betpakdala, the sandy massifs of Kyzylkum and Moyynkum, the valley complexes of the Syr Darya and Shu rivers. Also, classification of landscape and ecological situation in the region reviewed.

Keywords: landscape, South-Kazakhstan region, geological and geomorphological structure, hydro-thermal coefficient, agro - climatic zoning.

Л.Ш. Киясова, Д.Е. Алшериева, К.Б. Зулпыхаров, Г.С. Мұхтархан
(Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті Алматы, Қазақстан Республикасы,
e-mail: kiyassova_lyazzat@gmail.com)
(Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, e-mail: kanat.zulpykharov@gmail.com
Шымкент аграрлық колледжі)

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫНЫҢ ЛАНДШАФТТЫҚ- ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа. Бұл мақалада Оңтүстік Қазақстан облысының ландшафттық- экологиялық ерекшеліктері қарастырылады. Оңтүстік Қазақстан облысының ландшафттық құрылымы аумақтың енділігімен, гипсометриялық түрлілігімен және тау беткей жазығы және Батыс Тянь-Шань таулары, көтеріңкі денудациялық Бетпақдала жазығы, Құзылқұм және Мойынқұм құмды массиві, Сырдария және Шу өзендерінің аңғарлы жиынтығы сияқты ірі геоморфологиялық аудандарға жақындығымен анықталады. Сонымен қатар, облыс аумағының ландшафттық-экологиялық жағдайының деңгейлерге бөлінуі берілген.

Түйін сөздер: ландшафт, Оңтүстік Қазақстан облысы, геологиялық-геоморфологиялық құрылым, гидротермикалық коэффициент, агроклиматтық аудандастыру.

Кіріспе

Оңтүстік Қазақстан облысы Қазақстан Республикасының оңтүстігінде орналасқан, солтүстіктен оңтүстікке 550 км және батыстан шығысқа қарай шамамен 470 км созылып жатыр [1]. Оңтүстік Қазақстан облысының ландшафтық құрылымы аумақтың ендік орналасуымен, гипсометриялық айырмашылықтармен және Батыс Тянь-Шань тауларының жазықтары мен тауларында, Бетпақдаладағы жоғары денудация жазықтығы, құмды, сулы-батпақты жерлер сияқты үлкен геоморфологиялық аймақтарға байланысты анықталады [2].

Оңтүстік Қазақстан облысының аумағы күрделі геологиялық-геоморфологиялық құрылыммен сипатталады және Тұран плитасының шығыс бөлігі мен Солтүстік-Тянь-Шань қатпарлы жүйесінің батыс сілемдерінің шегінде орналасқан. Құрылымдық денудациялық жазықтар Бетпақдала үстіртінің шегінде көрініс береді. Мұнда жер беті қалыптасуының барлық геологиялық дамуының палеозойлық сатысында теңіздік геосинклиналдық жағдайлар үстемдік етті [3].Оңтүстік-Қазақстан аумағының геологиялық дамуының палеозойлық сатысында теңіздік геосинклиналдық жағдайлар үстем. Қаратау жоталарында, Тұран плитасы ауданындағы ордовик және кембрий кезеңдері шөгінділерінің едәуір қабаты бар және біршама аз мөлшерде Батыс Тянь-Шань шегінде кездеседі. Девон кезеңі климаттың едәуір аридтылығымен,құрлықтың үлкеюімен және қатты магмалық іс-әрекетпен ерекшеленеді [4]. Мезозой сатысында, соның ішінде таскөмір кезеңінде аталған аумаққа едәуір тектоникалық қозғалыстарға тән, ал бор кезеңіндегі ылғалды климаттың басым болуына байланысты Оңтүстік Қазақстан облысының шегінде жер-жерде шұбаланған саздар мен құмтастар қалыптасты.

Неоген кезеңіндегі облыс аумағында теңіз трангрессиясы, Тянь-Шань және Қаратау тау жүйелерінің көтерілуі және теңізден босаған құрлықтарда өзен торабының қалыптасуы байқалды, соның ішінде аталған кезеңде қазіргі Қызылқұм шегіндегі өзен жеткілікті түрде жақсы дамыды. Осы кезеңге Сырдария мен Шу өзендері алаптарының қалыптасуы жатады.

Облыстың солтүстігінде абсолютті көрсеткіш 200-290 м, ол оңтүстік-батысқа қарай төмендейді және солтүстік пен батысқа қарай шыңдардың кертпештерімен шектелген көтерілген пластты Бетпақдала үстіртте орналасқан. Бетпақдала, борпылдақ қабат-қабат орналасқан мезозой және палеоген тау жыныстарынан құрылған жазықтық, оның орташа биіктігі 300 м. Жазық үстінде басым теңіздік және континенттік палеогендік шөгінділер – құм, құмтас, саз, ұсақ жұмыр тас. Жазықтық кеңістіктер сор жерлерімен тұйық ойыстармен және ағынсыз төмен жерлермен кезектеседі [5]. Үстірт горизантальды шөккен құмдармен, саздармен және палеоген малтатастарымен,сонымен қатар әлсіз дислокацияланған саздармен, палеоген құмтастарымен, жоғарғы бор жүйесі шөгінділермен қабатталған [6]. Беттің бедері тегіс, кей жерде тақыр тәрізді және сорлы төмендеуімен күрделендірілген.

Материалдар мен зерттеу әдістері

Оңтүстік Қазақстан облысының ландшафттық-экологиялық ерекшеліктерін қарастыру тарихи және салыстырмалы-географиялық әдістер пайдаланылды.

Нәтижелер

Облыстың оңтүстік-батысын Қызылқұмның солтүстік-шығысы алып жатыр. Мұнда эолды құм жер бедері басым. Құмның астында ежелгі аллювиалдық қабат, ал Сырдария маңында аллювиалды-көлді қабат орналасқан. Аллювиалды және аллювиалды-көлді шөгінділерді желмен електеу есебінен эолды құм пайда болған. Құм басым бөлігінде өсімдіктермен бекітілген. Тізбекті және төбелі жер бедері қалыптасқан, кейбір жерде барханды құм төбелер кездеседі.

Қаратаудың оңтүстік-батыс беткейі мен Сырдария өзенінің арасындағы облыстың территориясы, Сырдарияның аллювиалдық және оның оң салаларының аллювиалдық пен пролювиалдық шөгінділерінен пайда болған. Бұл тау алды жазықтық сайлармен тілімденген және сынық шөгінділерден құрылған. Мұнда еспе сулары салыстырмалы тұщы, ал Сырдария өзеніне қарай жылжыған сайын еспе сулар тұздалады.

Қаратау - орта биікті жотасы, оның ең биік шыңы Бессаз (Мыңжылқы) шыңы – 2176 м. Негізінен ол кембрий алды және палеозойдың дислокацияланған қабаттарынан құрылған, ал оның тау алды мезозой, палеоген және неоген жастағы горизантыльдық орналасатын шөгінділерінен қалыптасқан. Қаратау жотасы басым жерінде ассиметриялық болып келеді. Оңтүстік тау алдының үстіртті беті солтүстікке қарай жазық қырқаға айналады. Су айырық беті бор және эоцен трансгрессиялар кезінде жемірілген денудациялық жазықтық болып келеді. Қаратаудың оңтүстік жайпақ беткейдің әктасты-доломитты қабаттар дамыған учаскелердегі көтерілген жазық бетте өзендер мен жылғалардың кесіліп ойылған көлденең аңғарлары, тік беткейлі каньон тәріздес болып келеді. Жоғарыдан қарағанда осы каньондардың кейбір кесінділері тура және кескін бұрылыстар сипатты.

Облыстың оңтүстік-шығысында Батыс Тянь-Шань тауларының тізбектері орналасқан. Ең биік Сай жоталар гранитті және гранодиоритті герцин интрузияларымен тесіп шыққан палеозой шөгінді қабаттардан құрылған. Өгем жотасының кейбір жазық суайырық беттері әктастардан құрылған, ол жерде карст шұңқырлары көп кездеседі. Қазығұрт таулары осындай түзіліске және жер бедеріне ие.

Оңтүстік Қазақстан облысы қоңыржай белдеуінің оңтүстік бөлігінде орналасқан. Облыстың жазықтықты аудандарының климат жағдайының ерекшелігі кескін континенттігі. Л.Н. Бабушкиннің климаттық аудандастыруы бойынша (Бабушкин, 1983) облыстың территориясы үш климаттық провинцияда орналасқан. Облыстың солтүстігі Орталық Қазақстан провинцияның Бетпақдала округінде орналасқан. А.А. Пузырева бойынша (Пузырева, 1975) облыстың бұл бөлігі Балқаш-Арал облысының Орталық Қазақстан ауданында орналасқан. Облыстың солтүстік ауданының климаттық шекаралары авторларда бір-біріне сәйкес келеді. Бұл аудан ауа температурасының үлкен жылдық ауытқуымен сипатталады, 38º шамасында (қаңтар - -10,7ºС, шілде - +27ºС) мұндай ауытқу климаттың кескін континенттігіне байланысты.

Онтүстік Қазақстан облысының физикалық-географиялық жағдайындағы үлкен айырмашылықтар агроклиматтық жағдайдың біркелкі болмауының себебі болып келеді.

Агроклиматтық аудандастыру негізінде - өсіп-өну (вегетациялық) кезеңдегі ылғалмен және жылумен қамтамасыз ету көрсеткіштері ретінде Селяниновтың гидротермикалық коэффициенті (ГТК) қолданылады. Бұл коэффициент, температурасы + 10ºС жоғары кезеңдегі жауын-шашынның жиынтығы, осы кезендегі 10 (он) есе кішірейтілген температуралар жиынтығына бөлінген көрсеткішке тең.

Ылғалдану жағдайы бойынша облыстың территориясы үш зонаға бөлінген: өте құрғақ (ГТК=0,1 – 0,3), 1000 м биіктік дейін тау алды құрғақ (0,3 - 0,5) және таулы 1000 м жоғары (ГТК >0,5). Өте құрғақ зона жылумен қамтамасыз ету бойынша екі ауданға бөлінеді: өте құрғақ ыстық 10ºС жоғары температуралардың жиынтығы 3300 - 3900ºС және өте құрағақ өте ыстық температуралардың

жиынтығы 4000 – 4600ºС тең. Құрғақ тау алды зонада температуралар жиынтығы 3300 – 4400º, ал, таулы зонада 3300º және одан да төмен. Нәтижеде, Оңтүстік Қазақстан облысы территориясында төрт агроклиматтық аудан ажыратылады [7].

Бірінші аудан. Ыстық құрғақ агроклиматтық аудан Бетпақдаланы, Мойынқұмды, Шу өзені аңғарын қамтиды. Агроклиматтық ауданға әкімшілік тарапынан Созақ ауданының жазықтық бөлігі сәйкес келеді. Климаттық ауданның климаты кескін континентті, ыстық құрғақ жаз, суық қар аз жауатын қыспен сипатталады. Аязсыз маусым орта есеппен сәуір айының екінші жартысында орнатылады, 5 – 6 айға созылады. Жауын-шашын мөлшері өте аз. Температуралар 10ºС жоғары кезеңінде жауын-шашын мөлшері 45 – 125 мм аралығында, максимумы наурыз – мамыр маусымға келеді. Қыста болатын қар жамылғысының қалыңдығы 10 – 25 см, 2 – 3 айға созылады. Ылғалдың тапшылығы егін шаруашылығын дамытуға мүмкіндік бермейді, сондықтан, бұл ауданның жер ресурстарын жайылым ретінде пайдалануға болады.

Екінші аудан, өте құрғақ және өте ыстық Сырдария өзені бойын қамтиды, батыста Қызықұм, шығыста Қаратау мен Өгем жотасының тау алды етегіне дейін. Қиыр оңтүстікте бұл ауданға Мырзашөл жатады. Бұл агроклиматтық ауданғы төмендегі аудандар кіреді: Мақтаарал, Шардара, Отырар аудандары, Сайрам және Қазығұрт аудандарының батыс бөліктері, Байдібек ауданының батыс және оңтүстік-батыс бөліктері, Түркістан мен Сарыағаш аудандарының оңтүстік бөліктері.

Бұл ауданда 10ºС жоғары температуралар жиынтығы 4000 – 4600ºС құрайды, ГТК=0,1 – 0,3; Қаратау жотасы, ауданға қарай суық солтүстік ауаны өткізбейді. Көктемгі үсік сәуір айының басында тоқтайды, ал бірінші күзгі үсік қазан айының бірінші жартысында пайда болады. 10ºС жоғары температуралар кезеңіндегі жауын-шашынның мөлшері 40 мм – 150 мм дейін. Әсіресе, батыс бөлігі өте құрғақ (Қызылқұмда орташа жылдық жауын-шашын мөлшері 100 – 170 мм. Қыста қар жамылғысы тұрақты болмайды және қалың қабат болып жатпайды. Оңтүстік бөлігінде тұрақты қар жамылғысы қалыптаспайды. Ауыл шаруашылығы басым суғармалы, құмды аудандары жайылым ретінде пайдаланады. Ауданның оңтүстік бөлігінің топырағы мақта, жүзім т.б. жылу сүйгіш дақылдар егуге қолайлы.

Үшінші аудан, құрғақ тау алды зонасы, Созақ, Түркістан, Байдібек, Түлкібас, Сайрам, Төлебі, Қазығұрт және Сарыағаш әкімшілік аудандарының тау алды бөліктерін қамтиды. +10ºС жоғары температуралар жиынтығы 3300º - 4400º аралығында, ГТК=0,3 – 0,5. Аязсыз кезеңінің ұзақтылығы 167 – 204 күнге дейін созылады. Бұл ауданның климатына теңіз деңгейінен биіктігі, жер бедері және беткейдің экспозициясының үлкен ықпалы бар. Жауын-шашынның жылдық мөлшері 500–600 мм шамасында. Температурасы + 10ºС жоғары болатын кезең бойы жауын-шашынның мөлшері 90–250 мм. Тұрақты қар жамылғысы желтоқсан айының екінші декадасында орнатылады, 2–2,5 айға созылады. Ауданның агрошаруашылық маңызы суғарылмайтын жер ресурстарының көп болуы.

Төртінші аудан, Қаратау және Батыс Тянь-Шаньның жоталарын қамтиды. Бұл ауданға Созақ, Түркістан, Байдібек, Түлкібас, Қазығұрт және Төлеби аудандарының таулы бөліктері жатады. +10ºС жоғары болатын температуралырдың жиынтығы 3300º және одан да төмен, ГТК>0,5. Аязсыз кезеңінің ұзақтылығы 161 күн және одан да төмен. Бұл аудан сумен жақсы қамтамасыз етілген. Температурасы +10ºС жоғары болатын кезеңдегі жауын-шашын мөлшері 115 – 255 мм, ал орташа жылдық жауын-шашын мөлшері 600 – 800 мм. Тұрақты қар жамылғысы жылда болады, бірақ таулы бедері болуына байланысты қар жамылғысы барлық жерде бір қалыпты болмайды.

Облыстың жері құрғақ климатта орналасуына байланысты беткі ағын сиректелген, уақытша су ағыстар көп. Облыстың солтүстігі мен оңтүстік-батысында – Бетпақдалада, Мойынқұмда және Шығыс Қызылқұмда беткі ағын жоқтың қасы. Шу өзені Бетпақдала мен Мойынқұм арасындағы табиғи шекара болып табылады, ол бұл ауданда транзиттік өзен болып келеді. Оның жалпы жылдық су ағымы – 2,5 км³ шамасында, оның басым бөлігі өзеннің бас жағында суғаруға пайдаланады, нәтижеде орта және төмен ағысында кейбір жылдары су тартылып қалады, яғни төменгі ағысында тұрақты су ағысы жоқ.

Оңтүстік Қазақстан облысының таулы аудандарының негізгі топырақ түрі таулы-шалғынды, таулы қызыл-қоңыр және сұр топырақ. Облыстың жазықты жерінде сұр топырақ, тақыр сияқты және сұр қызыл-қоңыр топырақ басым болады. Олардың арасында сор және сортаң жерлер кездеседі. Өзен жайылымдарында шалғынды және шалғынды-батпақ топырақтар басым болады. Облыстың солтүстігі мен оңтүстік-батысында үлкен кеңістіктерді құм алып жатыр (құмды шөлдер).

Облыстың оңтүстік-шығысында биік таулы жоталар орналасқан. Мұнда топырақтың вертикалдық зоналылығы айқын байқалады. Биік шыңдардан төмендеген сайын мұздықтар мен нивальдық белдеу таулы-шалғынды және субальптік топырақтарға ауысады. Бұл топырақ қабаты тұтас белдеу қалыптастырмайды, тек ғана жазықтық жерде және биік таулы кеңістіктердің жылғаларында тараған.

Бұл топырақтың сипатты белгілері – қабаттылығы қалың емес және топырақ профили ірі бөлшектерден құрылған, қарашіріктің жоғары үлесімен және қалың шымдылықпен сипатталады.

1200 – 1300 метрден 2400 – 2500 метр биіктік аралығында таулы қызыл қоңыр топырақ тараған, оның ана жыныстары лесс және лесс сияқты саздақ, қатты жыныстардан құрылған элювий мен пролювий болып табылады. Қарашірік үлесі 3 – 6 %, түсі қызыл қоңыр.

Талас Алатауы, Қаржантау және Қаратау тау етегі облысында және тау алды жазықтарда, Сырдарияның биік террасаларында сұр топырақ тараған. Мұндағы сұр топырақ солтүстікті ашық реңді (аз карбонатталған), оңтүстікті қара реңді, оңтүстікті ашық реңді және оңтүстікті ашық реңді сор топырақтарға бөлінеді. Олардың ішінде оңтүстікті қара реңді сұр топырақ (қарашірік – 3 – 4 %) ең құнарлы болып табылады.

Бетпақдалада сұр-қоңыр топырақ дамыған, қарашірік үлесі 1% дейін. Шоқ-шоқ болып сор жерлер кездеседі.

Сырдарияның орта ағысы бойындағы ежелгі аллювиалдық жазықтарда және Қаратаудың теріскейіндегі тау етегінде жазықтар мен Мойынқұмда тақырлар кездеседі. Олардың беті жарық пішіндер мен ерекшеленеді, қарашірік үлесі 1% аспайды.

Сортаң жерлер облыс аумағында сирек кездеседі, көбінесе Бетпақдалада. Арыс, Бадам, Келес т.б. ұсақ өзендердің аңғарларында тұздалмаған шалғынды-сұр топырақ және сор топырақ кездеседі. Топырақтың беткі қабаттарында қарашірік үлесі 3 – 4 % дейін барады [8]. Облыстың оңтүстік-батысында, Шу өзенінің төменгі ағысында, Сырдария аңғарында сор жерлер бар [9], олардың беті жұқа тұзды қабыршақпен жабылған. Олар, минералданған еспе сулардың (жер бетінен 2 – 3 м тереңдікте) жер бетіне жақын орналасқан жағдайда пайда болады.

Өсімдік жамылғысының маңызды әсері бар. Облыстың өсімдік жамылғысы өте түрлі болып келеді, шамамен 1,5 мың түрі бар. Жазықтықтарда шөлді өсімдіктер басым болады. Бетпақдала үстіртінде бұйырғын мен жусан көп тараған. Шу өзенінің аңғарында жусаннан құрылған шалғынды-сор өсімдіктер дамыған, арасында жыңғыл, шеңгел, сексеуіл кездеседі. Қаратаудың солтүстік-шығыс беткейі тау етегінде пролювиалдық жазықтықта боялыш пен жусан басым болады. Қызылқұмда бұталы өсімдіктер көп кездеседі – сексеуіл, жусан, жүзгін. Шөлдің қиыр оңтүстігінде жүсанды-эфемерлік өсімдік дала дала өсімдігіне ауысады. Сырдария аңғарында жусанды өсімдіктер басым. Ал, өзенге жақындаған сайын қамыстық және тоғай өсімдіктері көбейеді (жиде, қамыс, шеңгел, торанғыл, тал т.б.)

Таулы аудандарда биіктік зоналылық айқын байқалады. Теңіз деңгейінен 500 – 700 м биіктікке дейін (Батыс Тянь-Шань тау алды) эфемерлік әртүрлі шөптесін өсімдіктерден құрылған шөлді өсімдіктер басым болады. Сайлардың көлеңке беткейінде ерте шығаты астық тұқымдастар көріне бастайды, ал 800 м биіктікке дейін олар басым болып бастайды. Беткейдің 800 – 1000 м ден 1300 – 1500 м биіктікке дейін аралықты дала алып жатыр, одан жоғары астық тұқымдас-әртүрлі шөптесін таулы дала белдеуі орналасқан. Солтүстік беткейде осы биіктіктерде ағаштар бұталардан тұратын тоғайлар тараған (жаңғақ, алша, өрік, алма, т.б.). 2200 – 2400 м биіктікте күрғақ аршалы сирек ормандар мен бұталар зонасы орналасқан. Одан жоғары, 2800 – 3000 м биктікке дейін аласа шөпті субальптік шалғынды-дала басым болады. Шалғынды-дала зонасында шоқ-шоқ болып әртүрлі бұталар кездеседі (түркістан аршасы, барбарис, т.б.) 2800 – 3000 м биіктіктен 3600 – 3800 м дейін аласа шөпті өсімдік жамылғысы сиректелген альптік шалғын-дала орналасқан. Таудың ең биік жерінде (абсолюттік биіктігі 3600 – 3800 м) өсімдік жамылғысын мүк, қына қабаттары құрайды.

Қаратаудың оңтүстік-батыс беткейдің өсімдігі Батыс Тянь-Шань таулы жоталарының өсімдігінен айрықша болады. Қаратаудың жайпақ төмен тау алды эфемерлік шөлді өсімдіктерімен жабылған, 500 м биіктіктен жусында-астық тұқымдас өсімдіктеріне ауысады [10].

Нәтижелер мен талдау

Оңтүстік Қазақстан облысы аумағының ландшафттық-экологиялық жағдайының деңгейі: тұрақты, қанағаттанарлық және шиеленіс болып бөлінеді.

Оңтүстік Қазақстан облысының аумағында (I) тұрақты шамамен 25% -ын құрайды. Солтүстік-Батыс, Оңтүстік-Шығыс және Оңтүстік-Батыс өңірінде орналасқан экологиялық ландшафтың өзгеруіне антропогендік себеп әлсіз. Бұл жерде табиғи кешендерге антропогендік әсердің тоқтатылуы олардың бастапқы күйіне қайтарылады. Ауылдық жерлердің экологиялық тұрақты ландшафт қалыптасқан. Бұл Түлкібас аумағында (60%) басымдыққа ие, Созақ (30%) , Бәйдібек (30%), Қазығұрт (20%), Отырар (30%) Төлеби (30%), Шардара (10%) аудандары және Арыс қаласында (10%) өте төмен деңгейде. Тұрақты экологиялық ландшафт Ақсу ландшафтынсында айқын көрінеді.

Оңтүстік Қазақстан облысы бойынша қанағаттанарлық аймақ (II) облыстың 60% астамын құрайды құрамдас бөліктерінің антропогендік түрленуінің қалыпты дәрежесі сипатталады. Бұл аймақ

Солтүстік-Шығыс, Оңтүстік-Шығыс және Орталықта кең таралған бір бөлігі, бір жағынан, облыстың барлық аудандары алады. Шардара қаласында (оның ауданының 70% -ы) қанағаттанарлық экологиялық ландшафт басым, ал басқа аудандада: Сайрам (90%), Ордабасы (95%), Сарыағаш (85%), Қазығұрт (70%), Бәйдібек (70%), Отырар (30%), Төле би (30%) әкімшілік аудандарында (1-кесте). Бұл аумақтың ландшафттық-экологиялық жағдайы агроөнеркәсіптік кешеннің деградация процестерімен сипатталады. Ол жер, жайылымдық өсімдіктердің тозуы, жердің тұздануы, су және жел эрозиясы, жергілікті жер үсті суларының ластануы. Көп таралған топырақтың ластануы және атмосфералық ауа сияқты факторлар болып табылады.

1-кесте. **Ландшафттық – экологиялық дәрежесі.**

Әкімшілік аудандары	Зоналар		
	Тұрақты	Қанағаттанарлық	Шиеленіс
Арыс	10	80	10
Бәйдібек	30	70	-
Қазығұрт	20	70	10
Мақтаарал	-		100
Ордабасы	-	95	5
Отырар	30	40	30
Сайран	-	70	30
Сарыағаш	-	85	15
Созақ	30	50	20
Төле би	30	50	20
Түлкібас	60	40	-
Шардара	10	70	20
Шымкент қаласы маслихатына қарасты аумақ			
Түркістан қаласы маслихатына қарасты аумақ			50

Зона қанағаттанарлық экологиялық жағдай аллювиальды жазықтықта қалыптасқан жазық жазықтарға қатысты ландшафтпен сипатталған ежелгі қабатталған қабатты саздауыт, құмды саздауыт, бұта бар құм, шөп шөптері, жусан, шалғынды-сұр топырақта және тұзды сортаңдар мен сораңдық шалғындардағы өсімдіктер; аллювиальді, эрозиялы жазықтықтармен бөлінген, қоқыс тастаған, құмды саздауыттармен қапталған эфемер-эфемероид, шалғай өсімдігі бар) ашық сұр түсті шөп шабындықтарында. Оңтүстік-батыс топырағы шалғынды-сұр топырақтардағы өсімдіктерімен біріктірілген сортаң шалғындары мен өзен арналары бойымен; құмдармен қаптаған эолдық эфемероидты-блокациялық өсімдіктер.

Оңтүстік Қазақстан облысының шиеленіс аймағы (III) - облыстың шамамен 15% құрайды. Ол негізінен Сырдария өзенінің аңғары және ірі өнеркәсіптік өндіріс орындарына жақын орналасқан жерлермен улы заттарды көмуге арналған орындар болып табылады. Сонымен қатар, қатты аймақта халықтың жоғары тығыздығы жоғары және жоғары ауданы бар суарудың дамуы байқалады [11].

Облыстың ландшафттық экологиялық жағдайының маңызды көрсеткіштері ауыл шаруашылық жерлерінің сапасы антропогендік бағалаудың өлшемі ғана емес, табиғи кешендерге әсер ету, сонымен бірге деградация көріністерінің көрсеткіштері. Табиғи, антропогендік және экологиялық компоненттерді кешенді талдау Оңтүстік Қазақстан облысы аудандары мен ауылдық аумақтарының негізгі экологиялық жағдайын анықтауға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Физико-географическое районирование М. 1:7500000 // Национальный атлас Республики Казахстан, Алматы 2006 с.123-124.

[2] Гельдыева Г.В., Веселова Л.К. Ландшафты Казахстана. – Алма-Ата: Ғылым, 1992. С. 125.

[3] Карта геология М. 1: 500000 // Нациальный атлас Республики Казахстан, Алматы. 2006 С. 28 - 29.

[4] Кассин Н.Г. Материалы по палеогеографии Казахстана, Алма-Ата, 1947. С.169.

[5] Рельеф Казахстана (пояснительная записка к Геоморфологической карте Казахской ССР масштаба 1: 1500 000) .Часть 1. Алма-Ата, Гылым, 1991, С.168.

[6] Геология СССР. Том 40. Южный Казахстан. Геологическое описание. Книга 1-ая. Гл. ред. А.В. Сидоренко. Москва. Недра. 1971. - 511 с.

[7] Агроклиматические ресурсы Чимкентской области Казахской ССР. Ленинград. 1979. - 268 с.

[8] Шайык О.Ш. Орошаемые сероземы Южного Казахстана. Алматы. 2001. -190 с.

[9] Laiskhanov S.U., et al. Dynamics of Soil Salinity in Irrigation Areas in South Kazakhstan. http://www.pjoes.com/pdf/ 25.6/Pol.J.Environ. Stud. Vol.25. No.6.2469-2475.pdf

[10] Tokbergenova A., Kiyassova L., Zulpykharov K., Kozhabekova Z. Features of formation of landscape of the South-Kazakhstan region Al-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY KazNU BULLETIN Geography series №1 (44) 2017. P. 35-41

[11] Nyussupova G.N., Tokbergenova A.A, Zulpykharov K.B. Landscape-Ecological Zoning of Agricultural Areas in South Kazakhstan Region. P.130. GEOMED 2016 4th International Geography Symposium May 23 - 26, 2016 - Kemer, Antalya, TURKEY.

Киясова Л.Ш., Алшериева Д.Е., Зулпыхаров К.Б., Мұхтархан Г.С.

Экологические особенности ландшафтов южно-казахстанской области

Резюме. В статье расматриваются экологические особенности формирования ландшафтов Южно-Казахстанской области. Ландшафтная структура Южно-Казахстанской области определяется широтным положением территории, гипсометрическими различиями и приуроченностью к крупным геоморфологическим районам, таким как предгорные равнины и горы Западного Тянь-Шаня, приподнятая денудационная равнина Бетпакдала, песчаные массивы Кызылкум и Мойынкум, долинные комплексы рек Сырдарьи и Шу. Также было рассмотрено распределение ландшафтного и экологического состояния в регионе.

Ключевые слова: ландшафт, Южно-Казахстанская область, геолого-геоморфологическая структура, гидротермический коэффициент, агроклиматическое районирование.

Kiyassova L.Sh., Alsherieva D.A., Zulpykharov K. B., Mukhtarhkan G.S.

Ecological features of the landscapes of the south Kazakhstan region

Summary. The article considers the Ecological features of the landscapes of the South Kazakhstan region. The landscape structure of the South Kazakhstan region is significantly determined by the latitudinal position of the territory, hypsometric differences and confinement to large geomorphological regions, such as the foothill plains and mountains of the Western Tien Shan, the raised denudation plain of Betpakdala, the sandy massifs of Kyzylkum and Moyynkum, the valley complexes of the Syr Darya and Shu rivers. Also, considered distribution landscape and ecological situation in the region.

Keywords: landscape, South-Kazakhstan region, geological and geomorphological structure, hydro-thermal coefficient, agro - climatic zones.

L.S. Nurabayeva
(Taraz State Teachers University), Taraz, Kazakhstan
E-mail: lyazzat2781@mail.ru)

METHODS AND TECHNIQUES FOR THE IMPLEMENTATION OF THE LOCAL HISTORY PRINCIPLE IN TEACHING OF GEOGRAPHY

Abstract: The main purpose of the local history principle is to enable students to observe the geographical reality in the commonplace atmosphere on a familiar territory, in the relationships and connections of its separate components. The results of observations can be used at the lessons to make notions on the received real representations that arrange the basis of geographic science. This eliminates the abstractness of geographical concepts and their automatic absorption. There are many such notions at the geography lessons that can be learned only on the basis of local history material. The experience of many teachers shows that the idea of soil, river flow, the structure of the valley and others are well absorbed if their study is fulfilled by the students themselves in reality.

Key words: local history principle, school local lore, cartographic skills, sources of local lore, environmental awareness.

УДК 793(571)083

Л.С. Нурабаева
(Таразский государственный педагогический университет, Тараз, Казахстан
E-mail: lyazzat2781@mail.ru)

МЕТОДЫ И ПРИЕМЫ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ КРАЕВЕДЧЕСКОГО ПРИНЦИПА В ОБУЧЕНИИ ГЕОГРАФИИ

Аннотация: Главное назначение краеведческого принципа состоит в том, чтобы дать возможность учащимся в знакомой местности, наблюдать географическую действительность в повседневной обстановке в соотношениях и связях ее отдельных компонентов. Результаты наблюдений использовать на уроках для

формирования понятий на полученных реальных представлениях, составляющих основу географической науки. Благодаря этому устраняется абстрактность географических понятий и механическое их усвоение. Немало таких понятий в школьном курсе географии, которые могут быть усвоены только на основе краеведческого материала. Опыт работы многих учителей показывает, что понятия о почве, расходе реки, строении долины и другие хорошо усваиваются, если их изучение самостоятельно проводится учащимися в реальной действительности.

Ключевые слова: краеведческий принцип, школьное краеведения, картографические умения, источники краеведения, экологическое сознание.

Краеведческий принцип дает возможность строить обучение географии согласно дидактическому правилу: «от известного к неизвестному», «от близкого к далекому». Для того, чтобы легче установить географию более отдаленных районов своей местности, а также зарубежных стран необходимо иметь представление о природе и ее закономерностях, а также о населении и хозяйстве родного края, Конкретное проявление процессов развития географической среды в ближайших окрестностях школы и их изучение помогают формированию правильных представлений о многих предметах, о явлениях, происходящих в географической оболочке Земли, в том числе и о тех, которые недоступны для непосредственного наблюдения. Родной край и его географический комплекс, отдельные слагающие его компоненты, служат своего рода эталоном, того к чему учитель может с успехом прибегать для разъяснений, сравнений и иллюстраций в преподавании географии; а работа учащихся по изучению края служит средством для непосредственного познания географических явлений [1-3].

Главное назначение краеведческого принципа состоит в том, чтобы дать возможность учащимся в знакомой местности, наблюдать географическую действительность в повседневной обстановке в соотношениях и связях ее отдельных компонентов. Результаты наблюдений использовать на уроках для формирования понятий на полученных реальных представлениях, составляющих основу географической науки. Благодаря этому устраняется абстрактность географических понятий и механическое их усвоение. Немало таких понятий в школьном курсе географии, которые могут быть усвоены только на основе краеведческого материала. Опыт работы многих учителей показывает, что понятия о почве, расходе реки, строении долины и другие хорошо усваиваются, если их изучение самостоятельно проводится учащимися в реальной действительности.

При подготовке к краеведческой работе в школе следует иметь в виду, что краеведение не только эффективный способ решения учено-воспитательных задач, но и возможность каждому учителю приобщиться вместе с учащимися к научно-исследовательской работе. Вряд ли можно найти другую отрасль исторического знания, которая позволяла бы столь быстро включиться студенту и молодому учителю в научную работу.

Краеведение развивает у учащихся наблюдательность, мышление, способствует увлечению наукой, воспитанию воли и других ценных качеств личности. Краеведческая работа ведется с учащимися в школах и домах творчества, на детских туристско - краеведческих и юннатских станциях.

Объектами краеведения являются природа, население и хозяйство, историческое прошлое, искусство, культура. Все это объекты разных наук, и, следовательно, при их изучении используются разные методы, присущие соответствующим областям знания. У всех направлений краеведческой деятельности имеется общий предмет изучения – край. Понятие «край» -условное и зависит от того, кто и с какой целью его изучает.

Сущность школьного краеведения заключается во всестороннем изучении учащимися под руководством учителя в учебно-воспитательных целях определенной территории своего края.

Говоря о краеведении, в школе чаще всего его понимают, как географический учебный предмет (природоведческий), в задачу которого входит комплексное физико и экономико-географическое познание территории родного края в рамках определенных хозяйственно-административных единиц. При этом под термином «родного края» понимается территория своей административной области, изучаемая как по учебной программе, так и во время походов и экскурсий, знакомясь с краеведческой литературой и картографическими материалами. По размерам территории «свой край» может превышать некоторые европейские государства. Поэтому в практике начальной школы изучается территория, доступная для непосредственного наблюдения во время учебной и внеклассной работы в окрестностях школы в радиусе 2-3 км и называемая «своя местность». Она может охватывать территорию села, деревни, малого города, части городского района в условиях большого города [2, 6].

Краеведение в начальной школе необходимо для преподавания курса природоведения. Программой по природоведению предусмотрено осуществления краеведческого принципа его преподавания, в котором краеведение -одно из средств осуществления воспитывающего обучения.

В использовании местного краеведческого материала при изучении различных тем курса природоведения и заключается суть краеведческого принципа в преподавании. Это означает что при изучении «своей местности» у учащихся формируются правильные представления о многих объектах, явлениях и процессах, которые, в свою очередь, служат основой для понятий, в том числе понятий мировоззренческого характера и тех, которые недоступны для непосредственного наблюдения. Тем самым краеведческий принцип дает возможность строить преподавание согласно дидактическому правилу: «От известного к неизвестному, от близкого к далекому». Благодаря краеведению в природоведении решается важная педагогическая проблема – соединения обучения с жизнью.

Важная задача курса природоведения в начальной школе – познакомить учащихся с окружающим миром, научить умению самостоятельно приобретать знания и делать правильные выборы. Большую помощь в решении этой задачи оказывает связь обучения с краеведением, постепенно усложняющаяся в соответствии с учебным курсом. В начале, на первом этапе изучения курса природоведения, используются сведения о своей местности, полученные до школы и вне школы на основе жизненного опыта. Далее на втором этапе, учащиеся выполняют краеведческие задания, помещенные в школьную программу и учебники по природоведению, кроме того, отдельные задания может составлять и сам учитель. Третий этап – изучение «своей местности» [4, 7].

Краеведение одно из средств осуществления межпредметных связей в преподавании различных школьных предметов. Он способствует осуществлению преемственности в знаниях учащихся, которая важна не только как возможность знакомить учеников с многообразиями взаимосвязи явлений в природе и событий в обществе, но и как дидактическое правило обучения.

Использование учителем в ходе урока краеведческого материала значительно активизирует деятельность учащихся. Это имеет большое значение для решения вопроса о выборе методов обучения и формах связи учебных занятий с краеведением. Наибольшие трудности возникают у учителя начальных классов в связи с необходимостью сохранять нужную пропорцию в количественном и качественном отборе краеведческого материала, используемого на уроке в учебных и воспитательных целях. Краеведческие сведения должны быть достаточными, чтобы из них можно было вычленить материал, помогающий усвоению природоведения, но они не должны заменять собой сам предмет. Их объем должен быть таким, чтобы обеспечить сознательное и прочное усвоение изучаемого природоведческого материала.

Непосредственная связь учебного материала с краеведческим может осуществляться на различных стадиях изучения темы. Краеведческая работа предшествует изучению учебного материала и проводится одновременно с изучением темы. Тогда изучение учебного материала заканчивается краеведческой экскурсией.

Формы краеведческой работы разнообразны: кружки и общества, экскурсии, туристические походы, встречи с местными краеведами, вечера, конкурсы, олимпиады и т.д. Наряду с наблюдениями, записями и зарисовками на экскурсиях, чтением дополнительной литературы по своему краю (в системе внеклассного чтения), подбором материала из газет и журналов, все большее значение приобретает поисковая и исследовательская деятельность, активизируется участие школьников в работе краеведческого кружка или музея.

Школьное краеведение – важный фактор идейно - политического, нравственного, трудового, эстетического, экологического и физического воспитания учащихся, оно способствует патриотическому воспитанию, общему и политехническому образованию, общему и политехническому образованию, расширяет кругозор и развивает познавательные интересы учащихся, приобщает к творческой деятельности, формирует практические и интеллектуальные умения, помогает в выборе профессии [8-10].

Понятие, содержание и педагогическое значение краеведения

Краеведение – совокупность о том или ином крае, изучение его природы, истории, экономики, быта и т.п. В основе краеведения лежит не только любознательность, но и необходимость. Для более оптимального использования ресурсов окружающей местности человеку необходимы были знания о них. На самых древних стоянках встречается сырье для орудий, принесенное за десятки километров от места обитания например, большая часть орудий на стоянках олдувайской культуры в Африке сделана из принесенных камней. Устойчивое использование одних и тех же источников сырья в

течении сотен тысяч лет показывает, что человек уже тогда передавал «краеведческие» знания из поколения в поколение.

Практические работы по географическому краеведению - неотъемлемая часть учебного процесса. В средних школах можно разработать ряд планов практических работ по географии в 8-х классов, с целью расширить и углубить знания по краеведению физической географии Казахстана и Жамбылской области.

Краеведческий материал изучается на уроках разных учебных дисциплин, но существенным элементом образовательного пространства должно выступить географическое краеведческое образование [11].

Современная идеология образования ориентируется на развитие личности учащихся, обладающей высоким уровнем развития коммуникативных компетенций. Введение понятия "компетенций" в нормативную и практическую составляющую образования обозначило проблему, типичную для российской школы, когда ученики могут хорошо овладеть набором теоретических знаний, но испытывают значительные трудности в реальной жизни, требующей использования этих знаний для решения конкретных задач или проблемных ситуаций. В данном контексте задача формирования у учащихся необходимых компетенций, обеспечивающих им гибкость и способность к адаптации в социуме, становится наиболее актуальной для образования. Лучшим средством для решения этих образовательных задач является данная программа краеведения. В ней предлагается вариант изучения родного края, основанной на основных принципах преподавания предмета: демократизации, гуманизации, экологизации, комплектности, интеграции. Используются методологические принципы конструирования национально-регионального компонента краеведческого образования: структурность, системность, динамичность. Комплексный подход в изучении родного края позволяет сформировать глубокие знания и умения краеведческого содержания, так как программа включает характеристику основных объектов природы, населения, проблем родного края. Сильной стороной программы является её прикладная направленность. Реализация регионального компонента ориентирует учащихся на организацию личностного познания родного края от непосредственного восприятия, изучения, ощущения к осмыслению.

Ученики самостоятельно изучают особенности краеведения с помощью специально организованных наблюдений, зарисовок, сравнений, проведения практических работ, высказывая собственные гипотезы, развивая собственное творчество.

Цели: Совершенствовать картографические умения, навыки ведения наблюдений, обработки и анализа результатов, использования источников краеведческого содержания. Способствовать развитию творческих исследовательских способностей учащихся, целенаправленно удовлетворять и развивать их образовательные потребности в исследовании и преобразовании. Способствовать воспитанию экологического сознания.

Задачи:

- Научить учащихся видеть перспективы и преимущества будущей взрослой жизни в - родном крае.
- Мобилизовать учащихся на самоопределение и саморазвитие, на поиски путей решения местных проблем экономического и экологического характера.
- Научить видению перспектив и возможных последствий хозяйственной деятельности людей.
- Расширить коммуникативные компетенции учащихся на II-III ступени школьного образования.

Актуальность избранной проблемы проявляется в непрерывной связи изучения основ науки с практикой, жизнью, окружающей действительностью.

Новизна - в приближении содержания географического образования к окружающей действительности.

Этапы работы:

1. Учитель дает начальную информацию о родном крае.
2. Учитель совместно с учащимися дают оценку собранному материалу.
3. Учитель руководит исследовательской работой.

Учащиеся должны знать:

- суть понятия "краеведение";
- источники комплексного изучения Жамбылской области;
- особенности освоения территории;
- особенности природы и ресурсно-природный потенциал области;

- правила поведения на природе;

- правила проведения практических работ особенности экономико-географического положения области;

Учащиеся должны уметь:

- вести наблюдение, поиск, сбор нужного материала;

- определять взаимосвязь условий жизни и деятельности людей с особенностями природных условий и ресурсов;

- давать описание природных и хозяйственных объектов;

- вести исследовательскую деятельность в сфере личных интересов;

- определять взаимосвязи условий окружающей жизни людей и природы;

- владеть приемами моделирования в решении имеющихся проблем.

При изучении родного края можно выделить следующие аспекты:

1.конкретизация общего курса;

2.формирование системы знаний о родном крае [12-13].

Приём конкретизации на региональном материале рассматривается как раскрытие общего через частное, на конкретных фактах типичных явлений, процессов, закономерностей. Изучение регионального содержания имеет самостоятельное значение. При изучении регионального курса, следует опираться на интеллектуальные возможности ученика, его потребности, межпредметные соотнесённости содержания, с учётом психолого-возрастных особенностей учащихся. Всё это позволяет выделить следующую последовательность в организации восприятия материала о географии своего региона:

1 этап: обзорный материал описательного характера, когда всё, что окружает, вызывает интерес и положительную эмоциональную окраску. Изучение территории на уровне фактологического описания;

2 этап: изучение отдельных компонентов природных и природно-территориальных комплексов, познание новой информации, способность углублять и конкретизировать знакомую информацию. Этот этап характеризуется поисками и объяснением различных связей и отношений между объектами и явлениями;

3 этап: комплексная характеристика с использованием имеющихся данных. Характерно обобщение и конкретизация материала [14].

Этапность познания материала соответствует эталонам познания и предполагает различную степень исследовательской деятельности учащихся.

Каждому этапу изучения должны соответствовать уровни отбора и усвоения учебного материала, методические приёмы:

- первый уровень - уровень знакомства, опирается на красочные иллюстрации типичных ландшафтов, сопровождается ярким но кратким описанием. В самостоятельных работах. Классных и домашних заданиях преобладают наблюдения (например, наблюдения за погодой, за животным миром и др.);

- второй уровень – создание проблемных ситуаций в процессе становления знаний об окружающей природе с изученными закономерностями в сферах Земли;

- третий уровень - создание проблемных ситуаций с элементами исследования; привлечение краевых статистических данных для иллюстраций изучаемого материала, подготовка докладов – сообщений на заданную тему;

- четвёртый уровень - включает групповую исследовательскую работу учащихся по интересам с использованием дополнительной литературы. Этот уровень чаще всего используется во внеклассной работе.

Система изучения краеведческого материала характеризуется определённой структурой с чётко выраженными внутренними (внутрипредметными) и внешними (межпредметными) связями. Внутренние связи наиболее хорошо прослеживаются в модуле «Природа». Здесь наблюдается постепенное усложнение сведений о природных особенностях территории, которое осуществляется на основе формирования основных понятий. Межпредметные связи осуществляются при установлении взаимодействия отдельных модулей как в рамках одного, так и нескольких классов [15].

Новизна содержания такой структуры выражается в том, что она направлена не только на познание региона как такового, но и отражает роль региона в жизни страны. Важным проявлением является расстановка материала по его логической преемственности между классами.

Таким образом, сам объект - изучаемая территория - объединяет школьников с разными познавательными интересами и склонностями, к изучению природной среды в рамках комплексных географических исследований.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Сарыбеков Н.С. Воспитание любви к природе. – Алматы: Рауан, 2002. – С. 23-25.

[2] Жунисова К.Ж. Туған өлкенің өсімдіктері мен жануарлары. - Алматы: Атамұра. 2005ж.

[3] Ердавлетов С.Р. Тараз, Аулие-ата, Джамбул. – Алматы: Казахстан. 2010. – С.62-66

[4] Иванов П.В. Географическое краеведение в общеобразовательной школе. – Просвещение, Москва: 2009. - С. 88-92

[5] Мәмиев Т. Туған өлке – тұнған шежіре. – Алматы: Мектеп, 2008. – 70-75 б.

[6] Иоганзен Б.Г., Городецкая Н.А. Сельская школа и охрана природы. Пособие для учителей. – Москва: Просвещение. 2002г. 87 с.

[7] Кабирова С.К., Керимов Л.К. Охрана окружающей среды. Экология человека. Научно-исследовательский институт. – Алматы. 2000. 146 б.

[8] Мұқашұлы С., Үпішев Е.М. Табиғатты пайдалану экономикасы, 2001. – 90-93 б.

[9] Доклады конференции ООН по окружающей среде и устойчивому развитию. Рио-де-Жанейро, 2002. Том1, Нью-Йорк. – С. 210-220

[10] Дрейер О.К., Лось В.А. Экология и устойчивое развитие, М., «УРАО», 2000. – С. 15-23

[11] Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., and Deering, D. W. (1973) «Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS», Third ERTS Symposium, NASA SP-351, vol. 1, pp.208-210.

[12] Bannari, A., H. Asalhi, and P. Teillet. «Transformed Difference Vegetation Index (TDVI) for Vegetation Cover Mapping» in Proceedings of the Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS '02, IEE International, Volume 5 (2002). pp.145-150.

[13] Huete, A. «A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI)». Remote Sensing of Environment 25 (1988): pp. 190-210.

[14] Pinty, B., and M. Verstraete. GEMI: a Non-Linear Index to Monitor Global Vegetation from Satellites. Vegetation 101 (1992): pp.15-20.

[15] Haboudane, D., et al. «Hyperspectral Vegetation Indices and Novel Algorithms for Predicting Green LAI of Crop Canopies: Modeling and Validation in the Context of Precision Agriculture». Remote Sensing of Environment 90 (2004): pp.337-352.

Нурабаева Л.С.

Географияны оқытуда өлкетанулық принциптерді қолданудың әдіс-тәсілдері

Түйіндеме. Өлкетану принципінің басты бағыты оқушылардың жергілікті жердегі географиялық ерекшеліктерін анықтау болып табылады. Бақыланған мәліметтердің нәтижелері сабақта географиялық сараптаудан өтеді. Соның нәтижесінде географиялық кемшіліктер жойылады. Мектепте кейбір өлкетанулық терминдер география ғылымына сүйенеді. Көптеген мұғалімдердің тәжірибесінде өлкетанулық білім жергілікті жерді жан-жақты географиялық зерттеуден басталады.

Түйін сөздер: өлкетанулық принцип, мектептік өлкетану, картографиялық дағды, өлкетану көздері, экологиялық сана.

Nurabayeva L.S.

Methods and techniques for the implementation of the local history principle in the teaching of geography

Summary: The main purpose of the local principle is to enable students in a familiar locality, to observe the geographical reality in the daily situation in the relationships and connections of its individual components. The results of observations can be used in lessons for framing concepts on the received real representations that form the basis of geographic science. This eliminates the abstractness of geographical concepts and their mechanical assimilation. There are many such concepts in the school course of geography that can be learned only on the basis of local history material. The experience of many teachers shows that the concepts of soil, river flow, the structure of the valley and others are well absorbed if their study is independently conducted by the students who have studied in real life.

Key words: local principle, school local lore, cartographic skills, sources of local lore, ecological consciousness

УДК 622.831

A.A. Altayeva, B.B.Imansakipova, Zh.T.Kozhaev, B.B.Sadykov, A.A.Spitsyn

IMPROVEMENT OF ENERGY CRITERION WHEN DIVIDING THE EARTH SURFACE INTO ZONES BY WEAKNESS DEGREE

(Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev,
Almaty, Kazakhstan, a.aselya_92@mail.ru)

Abstract. The article describes the task to increase the accuracy of the method of dividing the earth's surface into zones by weakness degree, which is based on the energy criterion determined by the difference in the potential energy of gravity of the rock mass element between unstable and stable equilibrium states. The magnitude of the difference determined by the potential energy of gravitation, the magnitude which depends to a large extent on the distribution and

redistribution of the rock mass within the deposit capacity; therefore, to increase the accuracy of the method, the anisotropy of the rock mass density is taken into account when calculating the criterion. This makes it possible to increase its efficiency and expand its capabilities in analyzing the stress-strain state of the mountain massif and forecasting crisis situations.

Keywords: dividing into zones, stable equilibrium state, unstable equilibrium state, potential gravitational energy, criterion.

А.А. Алтаева, Б.Б. Имансакипова, Ж.Т. Кожаев, Б.Б. Садыков, А.А. Спицын
(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан, a.aselya_92@mail.ru)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КРИТЕРИЯ ПРИ ЗОНИРОВАНИИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПО СТЕПЕНИ ОСЛАБЛЕННОСТИ

Аннотация: В статье рассматривается решение задачи повышения точности способа зонного районирования земной поверхности по степени ослабленности, в основе которого лежит энергетический критерий, определяемый разностью потенциальной энергии тяготения элемента горного массива между состояниями неустойчивого и устойчивого равновесия. Величина разности определяемого потенциальной энергией тяготения, величина, которая в значительной степени зависит от распределения и перераспределения горной массы внутри объема месторождения, поэтому для повышения точности способа при расчете критерия учитывается анизотропия плотности горного массива. Это позволяет повысить его эффективность и расширить возможности при анализе напряженно-деформированного состояния горного массива и прогноза кризисных ситуаций.

Ключевые слова: зонное районирование, состояние устойчивого равновесия, состояние неустойчивого равновесия, потенциальное энергия тяготения, критерий.

Подземная разработка месторождения полезных ископаемых сопровождается прогрессирующими нарушениями сплошности и структурными изменениями свойств породного массива, активизации существующих и проявлению новых геомеханических процессов на фоне реакционного изменения его напряженно-деформированного состояния.

Интенсивность, глубина и масштабы горных работ, а также длительность разработки месторождения приводят к росту величин сдвижения горных пород. При этом смещаются большие объемы массива, изменяется геометрия пустот в массиве за счет роста объема разрушенных горных пород (целиков, кровли, налегающей толщи, иногда и земной поверхности).

На стадии доработки рудных месторождений истощение запасов руд, и устойчивая тенденция снижения содержания полезного компонента в сырой руде требуют в этой связи, повышения объемов извлечения минерального сырья и обусловливают необходимость вовлечения в добычу оставшихся в подработанном массиве горных пород запасов руд, в том числе в поддерживающих налегающую толщу целиках.

Однако, геотехнические процессы осложняют добычу, создавая угрозу для безопасного ведения горных работ, приводя к потерям руды, вызывая разрушение конструктивных элементов горных выработок и повреждения объектов на поверхности. При этом крупные геодинамические события (обрушения и техногенные землетрясения) могут стать причинами гибели людей и огромных материальных затрат.

Различные геологические условия залегания месторождений полезных ископаемых, многообразие протекающих в массиве горных пород физических процессов, различные виды прикладываемых нагрузок к породному массиву, многочисленные геометрические формы горных выработок, менающиеся физические, механические и прочностные свойства горных пород создают специфические условия для анализа напряженно-деформированного состояния (НДС) горного массива [1]. Важность такого анализа продиктована проблемами, связанными с проявлением горного давления, которое может реализовываться в виде физических процессов потери устойчивости выработок, значительного деформирования пород и может привести к разрушению междукамерных целиков и образованию на земной поверхности провалов. В связи с этим разработка методов зонного районирования поверхности месторождении по степени ослабленности, как составной части анализа НДС горного массива, представляет значительный интерес.

Применение существующих методов прогноза основывается на аналитическом подходе. Они несут детальную информацию о формах генезиса и закономерности размещения нарушений, об изменении свойств и состояния горного массива, позволяют сделать количественные и качественные оценки условий залегания нарушений, степени нарушенности, высказать предположение о направле-

ниях и интенсивности таких процессов в пределах локальных площадей [2]. Основными недостатками этих методов является их ограниченность и недостадочная надежность.

Совершенствование существующих и создание новых методов направлено на повышение надежности и достоверности оценки местоположения и параметров нарушения, возможности их прогнозирования.

Критерии зонирования для каждого месторождения устанавливаются на основе ретроспективного причинно-следственного анализа происходящих геодинамических событий, с учетом структурных особенностей массива горных пород (геологическое строение, тектоническое нарушение, трещиноватость, применяемых систем разработок), физико-механических свойств и напряженно-деформированного состояния горного массива. Критерий принимается единым по всему месторождению.

В то же время, внутри самого месторождения, на различных участках свойства горного массива и его состояние могут значительно отличаться, что определенным образом сказывается на однозначность критерия способа зонирования и естественно снижает его точность. Поэтому, при выстраивании критерия новых способов и совершенствовании существующих, разработчики стремятся привести в соответствии с этими различиями величины, входящие в критерий, делая его корректным по всему месторождению. Так в способе, в основе которого лежит известный факт, что параметры геодинамического события и время его развития зависят главным образом от высоты отрабатываемого участка и налегающих пород от границы выработанного пространства до поверхности H и мощности выработки m. Критерием прогноза обрушений принимается величина $H/m < 10$ (для условий Жезказганского месторождения) [3].

Основным недостатком способа является то, что полученный критерий определяется только геометрическими параметрами H и m. В то же время известно, что параметры геодинамического события главным образом зависят от давления на отрабатываемый участок со стороны налегающих пород, пропорциональное их весу, определяемого распределением плотности в этом объеме.

Поэтому на участках массива, находящихся в различных его частях, но на одинаковой глубине от поверхности, из-за различия в плотности, давление другое и, следовательно, ожидаемые геодинамические события будут существенно отличаться по всем параметрам. В то же время, установленный в способе критерий H/m для этих участков одинаков.

В методе [4] для учета анизотропии плотности массива, H в критерии заменяется на $H_{пр}$ – приведенную по плотности глубину налегающих пород. За критерий при зонировании принимается величина $H_{пр}/m$. В таком виде критерий инвариантен по плотности и таким образом корректен по всему месторождению.

В другом способе [5, 6], такие величины, как H и m подменяются вертикальной компонентной (Z_c) координаты центра тяжести столба массива, простирающегося вертикально вверх до поверхности месторождения.

Центр тяжести характеризует распределение массы в столбе, а его смещение в процессе горных работ – ее перераспределение по всей глубине массива. В процессе таких изменений за счет внутренних и внешних факторов наблюдается неустойчивость системы. Исходя из этих физических предпосылок, изменения положения центра тяжести горного массива в столбе может служить локальным индикатором образования аномальных областей. Критерием зонирования принимается величина относительного смещения вертикальной компоненты координаты центра тяжести столба массива [7].

Различные виды геомеханических процессов, интенсивность и направление их развития в горном массиве зависят от множества внешних и внутренних факторов. Несмотря на принципиальное различие влияния этих факторов на процессы перехода массива из одного состояния в другое, их объединяет общий фактор воздействия на процессы, определяемый энергетическими параметрами системы [8, 9]. В первую очередь, это перераспределение полной энергии внутри объема массива и по видам энергии.

Энергия является универсальной количественной мерой движения и взаимодействия тел [10]. Поэтому энергетические показатели состояния горного массива могут служить параметрами характиризующие общие физические закономерности протекания горных механических процессов, основа которых составляет механическое движения. Разработка месторождений сопровождается активизацией этих процессов в горном массиве из-за нарушения его сплошности и стремлением системы вернутся в новое состояние устойчивого равновесия. С увелечением объема выработанного пространства, растет интенсивность таких процессов и тем больше энергии требуется для их поддержания. Источником энергии, наряду с потенциальной энергией упругой деформации, аккулимированной массивом в напряженно-деформированном состоянии в большом количестве, является избыток потенцальной энергии гравитации участков массива, расположенных над выработками. Находясь в состоянии неустойчивого равновесия участки мотевированы заполнить выработонное пространство и перейти в состояние устойчивого равновесия, соответсвующее минимуму энергии. Высвобождаю-

щаяся при этом энергия идет на активизацию происходящих в массиве геомеханических процессов, провоцируя кризисные ситуации. Чем больше разность энергий состояний, тем больше вероятность такого перехода, пропорциональная объему выработок и глубиной их залегания. Таким образом, разность потенциальной энергии между неустойчивым и устойчивом состояниях может служить одним из локальных индикаторов степени потенциальной опасности состояния участка массива. На этом принципе построен метод зонирования поверхности месторождения по степени ослабленности, в котором в качестве энергетического критерия выбрана разность потенциальной энергии между состояниями неустойчивого и устойчивого равновесия элемента массива [11]. Наличие необходимых данных в геологоразведочной и горно-технической документации месторождения, простота расчетов и результативность зонирования объективно указывают на перспективность использования способа, и на его широкие возможности для анализа напряженно-деформированного состояния горного массива и прогноза кризисных ситуаций. В то же время, верификация результатов зонного районирования с данными, полученными методами космической радиолокационной интерферометрии, показала на существенное расхождение для участков месторождения с ярко выроженной неоднородностью слоев по плотности. Это обьясняется тем, что потенциальная энергия тяготения, лежащая в основе энергетического критерия зонирования [12], в значительной степени определяется распределением и перераспределением плотности массива внутри объема месторождения. Поэтому в расчете энергетического критерия необходим учет анизотропии плотности.

Для учета неоднородности горного массива по плотности при расчете энергетического критерия зонного районирования, предлагается модель месторождения с послойным распределением горного массива по плотности.

Для этого по геологоразведочным данным и горнотехнической документации определяется послойное распределение горного массива по плотности. Внутри каждого слоя плотность считается постоянной. При расчете критерия рассматривается массовый элемент в виде столба горного массива, простирающегося вертикально вниз от дневной поверхности до основания месторождения (Рисунок 1). За нулевой отсчет потенциальной энергии принимается основание месторождения (z=0). За критерий зонирования принимается разность потенциальной энергии между неустойчивым $П_{НР}$ Рисунок 1б)и устойчивым $П_{УР}$ (Рисунок 1в) состояниями столба. Потенциальная энергия $П_0$ столба в исходным (начальном) состоянии равна (Рисунок 1а) [12]:

$$П_0 = MgZ_{c0}, \tag{1}$$

где M – масса столба, Z_{c0} – вертикальная компонента координаты центра его массы и одновременно расстояние центра массы от нулевого уровня энергии.

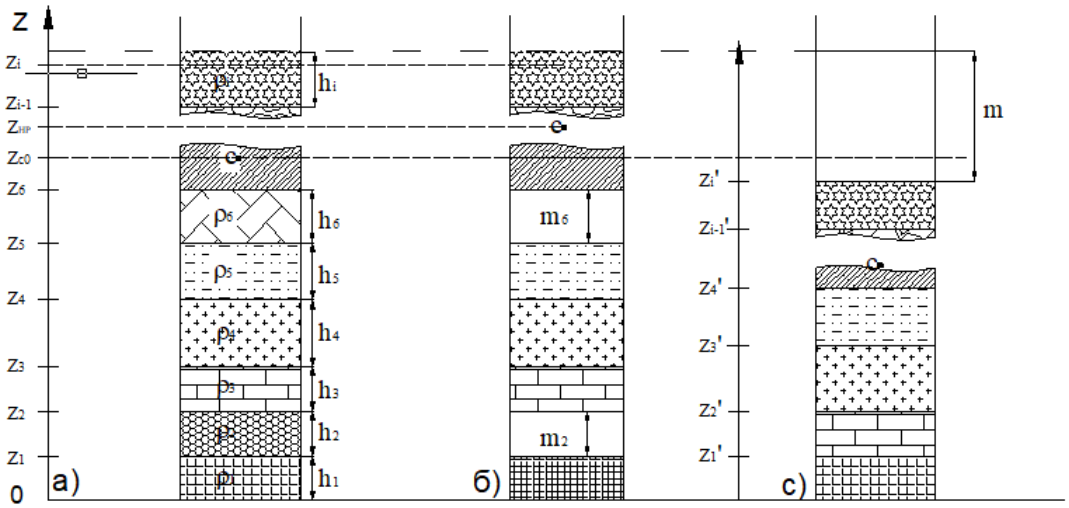


Рис. 1. Элемент горного массива

а) в исходном состоянии. с - центр масс, Z_i - координата верхней границы i-го слоя, ρ_i - плотность в интервале h_i столба.

б) в состоянии неустойчивого равновесия. m_2, m_6 - мощность выработок.

с) состояние устойчивого равновесия $m=\sum m_i$ - суммарная мощность выработок.

$$z_2 - z_2' = z_3 - z_3' = z_4 - z_4' = m_2, z_7 - z_7' = z_8 - z_8' = \cdots z_i - z_i' = m_2 + m_6$$

Масса i-ого элемента столба M_i равна:

$$M_i = S\rho_i(Z_i - Z_{i-1}) = S\rho_i h_i, \quad (2)$$

где $h_i = (Z_i - Z_{i-1})$ – толщина i-ого слоя, S - площадь основания столба.

Соответственно, масса всего столба M в начальном состоянии равна:

$$M = \sum M_i = S\sum \rho_i S(Z_i - Z_{i-1}) = S\sum \rho_i h_i, \quad (3)$$

Так как плотность в объеме каждого слоя величина постоянная, его вертикальная компонента центра масс Z_{ci} совпадает с геометрическим центром слоя:

$$Z_{ci} = \frac{1}{2}(Z_i + Z_{i-1}), \quad (4)$$

По определению [], вертикальная компонента координаты центра массы столба в начальном состоянии:

$$Z_{c0} = \frac{\sum M_i Z_{ci}}{\sum M_i} \quad (5)$$

С использованием (2), (3) и (4), выражение (5) принимаем вид:

$$Z_{c0} = \frac{\frac{1}{2}\sum \rho_i(z_i^2 - z_{i-1}^2)}{\sum \rho_i(z_i - z_{i-1})}, \quad (6)$$

Или, учитывая, что разность квадратов $z_i^2 - Z_{i-1}^2 = (Z_i + Z_{i-1})(Z_i - Z_{i-1})$, используя (2) и (3):

$$Z_{c0} = \sum \rho_i h_i Z_{ci} / \sum \rho_i h_i, \quad (7)$$

Потенциальная энергия i-ого элемента столба с учетом (1), (2) определяется выражением:

$$\Pi_{oi} = Sg\rho_i h_i Z_{ci}, \quad (8)$$

В то же время, потенциальная энергия всего столба Π_0 будет равна сумме потенциальных энергий слоев Π_{0i}:

$$\Pi_0 = \sum \Pi_{0i} = gS\sum \rho_i h_i Z_{ci}, \quad (9)$$

Для расчета разности энергии, выбраной в качестве энергетического критерия зонирования, рассмотрим последовательный переход столба из начального состояния устойчивого равновесия с энергией Π_0 в состояние неустойчивого равновесия, по результатам проведенных горных работ на текущий момент времени, с энергией Π_{HP} и последующий переход в виртуальное состояние устойчивого равновесия с энергией $\Pi_{УР}$ (Рисунок 1).

В процессе отработки горного массива масса столба и его энергия уменьшаются пропорционально объему выработанного пространства и понижением положения центра масс. Теряемая энергия Π_m равна:

$$\Pi_m = Sg\sum \rho_j m_j Z_{cj} \quad (10)$$

где m_j - мощность j-ой выработки ($m_j = h_j$), Z_{cj} - центр масс выработки до начала отработки.

Энергия столба в состоянии неустойчивого равновесия определяется разностью энергии Π_0 (9) и Π_m (10):

$$\Pi_{HP} = \Pi_0 - \Pi_m = Sg\sum_{\substack{i \\ i \neq j}} \rho_i h_i Z_{ci} \quad (11)$$

В процессе перехода в состояние устойчивого равновесия вышележащие слои породы стремятся заполнить пустоты, что приводит к смещению вниз вертикальной компоненты координаты с центра масс всего столба. При этом центр масс каждого слоя опускается вниз на величину суммарной мощности выработок лежащих ниже (Рисунок 1в).

Учитывая постоянство плотности и толщину слоев из (11), с учетом смещения их центра масс, следует формула определения величины потенциальной энергии тяготения столба в устойчивом состоянии равновесия $П_{УР}$ на примере пересечения двумя выработками m_2 и m_6 столба (Рисунок 1в):

$$П_{УР} = Sg\rho_1 h_1 Z_{c1} + \sum_{i=3}^{6} \rho_i h_i (Z_{ci} - m_2) + \sum_{i=7}^{k} \rho_i h_i (Z_{ci} - m_2 - m_6), \quad (12)$$

Разность энергии двух состояний находятся из (11) и (12):

$$\Delta П = П_{НР} - П_{УР} = \sum_{i=3}^{6} \rho_i h_i m_2 + \sum_{i=7}^{k} \rho_i h_i (m_2 + m_6), \quad (13)$$

где к - количество слоев в столбе.

За критерий способа зонирования принимается величина относительного изменения энергии ε:

$$\varepsilon = \frac{\Delta П}{П_0} = \frac{\sum_{i=3}^{6} \rho_i h_i m_2 + \sum_{i=7}^{k} \rho_i h_i (m_2 + m_6)}{\sum \rho_i h_i Z_{ci}}, \quad (14)$$

Предлагаемый способ осуществляется следующим образом: на плане месторождения вычерчивают координатную сетку (x, y). За начало отчета по оси Z берется нижний горизонт месторождения (ось Z направляется вертикально вверх). Используя геологические и горнотехнические данные по всей площади месторождения или для отдельных его участков, определяют в каждой точке поверхности потенциальную энергию элемента массива в виде столба.

Сначала определяется потенциальная энергия столба $П_o$ в изначально нетронутом горном массиве, если это возможно, в противном случае нетронутость массива достигается расчетным путем по известной массе извлеченной руды и геометрических размеров горной выработки. На следующем этапе находится потенциальная энергия столба $П_{НР}$ и потенциальная энергия в виртуальном устойчивом состоянии равновесия $П_{УР}$. Затем для каждой точки плана находится разность $\Delta П = П_{НР} - П_{УР}$ и результаты выносятся на план. На плане методом экстраполяции, соединяя точки с одинаковыми значениями ΔП строят изолинии, делящее поверхность месторождения на определенные зоны. Наиболее опасными являются зоны с максимальным значением ΔП. Степень опасности зоны зависит от ее ширины и величине перепада ΔП с соседними зонами (от градиента ΔП).

Для удобства зонирования в качестве критерия принимается величина относительного изменения потенциальной энергии ε (14).

На плане, методом экстраполяции соединяя точки с одинаковым значениям ε строятся изолинии, делящие поверхности месторождения на определенные зоны (по аналогии с ΔП).

Наиболее опасными являются зоны, с повышенным значением ε, соответствующие наибольшим объемам выработок и глубиной залегания. Степень опасности зоны зависит от ее площади и разности ε соседних зон (от градиента ε). Охватываемую изолиниями зональную поверхность месторождения можно характеризовать эффективным радиусом $R_{эфф}$ – радиусом окружности площадь которой равна площади зоны. Соответственно, значение градиента ε определяется отношением разности значений ε соседних зон на разность их эффективных радиусов:

$$\vec{\gamma} = grad\varepsilon \frac{\varepsilon_i - \varepsilon_{i-1}}{Ri - R_{i-1}} \quad (15)$$

Вектор γ указывает направление максимального изменения потенциальной энергии и возможного сдвижения земной поверхности.

Сравнительный анализ результатов зонирования показал значительное повышение точности предлагаемого способа с анологами на основе их верификации с данными космической дифференциальной радиолокационной интерферометрии [13, 14, 15].

Таким образом, учет анизотропии плотности горного массива в расчете энергетического критерия повышает точность зонирования земной поверхности и позволяет расширить возможности способа для анализа напряженно-деформированного состояния горного массива и прогноза кризисных ситуаций.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Иофис М.А., Норель Б.К., Боровков Ю.А. Физические параметры аналитического описания изменения механического состояния горного массива вблизи горной выработки. Книга Проблема и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр. М. ИПКОН РАН – 2014 г. С.428.

[2] Карамушка О.А. Методы прогноза зон нарушенности в углепородном массиве. Книга Проблема и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр. М. ИПКОН РАН – 2014 г. С.428.

[3] Сатов М.Ж. Временные методические указания по ведению горных работ в районах ослабленных участков подземных рудников Жезказганского месторождения. - Алматы; Жезказган: ИГД; "Корпорация Казахмыс", 2000. - 36с.

[4] Байгурин Ж.Д., Кожаев Ж.Т., Спицын А.А. Зонное районирование поверхности месторождения по степени опасности к обрушениям. Международная научно-техническая интернет конференция. Кривой Рог. 2016 г.

[5] Байгурин Ж.Д., Кожаев Ж.Т., Имансакипова З.Б,, Спицын А.А.. Способ зонного районирования поверхности рудного месторождения по степени потенциальной опасности к обрушению// Сборник трудов 2-ой международной научной школы академика К.Н. Трубецкого "Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр". Москва, 2016, С.31.

[6] Имансакипова Б.Б., Кожаев Ж.Т., Спицын А.А. Способ выявления ослабленных зон на поверхности месторождения. II международая научно-техническая интернет-конференция «Инновационное развитие горнодобывающей отрасли». Кривой Рог. 2017 г.

[7] Земцова А.В., Байгурин Ж.Д., Юнусов Р., Спицын А.А., Имансакипова Б.Б. Повышение эффективности контроля параметров деформационных процессов земной поверхности рудных месторождений// "Маркшейдерия и недропользование". -2016. №4 (84). - С.49.

[8] Бармасов А.В., Холмогоров В.Е. Курс общей физики для природопользователей. Механика. Книга 1. СПб.: БХВ-Петербург, 2008. — 416 с.

[9] Алешкевич В.А., Деденко Л.Г., Караваев В.А. Курс общей физики. Механика. М: Физматлит, 2011. — 473 с.

[10] Савельев И.В. Курс общей физики. Том 1. Издательство «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, М.,1970 г.

[11] Байгурин Ж.Д., Имансакипова Б.Б., Алтаева А.А., Садыков Б.Б. Энергетический критерий зонного районирования поверхности месторождения по степени опасности к обрушениям. Международная научно-практическая конференция «Пространственные данные как основа развития цифровой экономики России». М. 2018.

[12] Кириченко Н.А., Крымский К.М. Общая физика. Механика. Учебное пособие. — М. : МФТИ, 2013. — 290 с.

[13] Baygurin Zh.D., Imansakipova B.B., Kozhaev Zh.T. The situation forecast for the extraction of ore reserves in the weakened sections of the deposit. Sofia, 2018.

[14] Мухамедгалиев А.Ф., Разакова М.Г., Смирнов В.В. Применение дифференциальной интерферометрии для определения техногенных смещений земной поверхности // Материалы десятой Всероссийской открытой конференции "Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса". – Москва, 12-16 ноября 2012. – С. 76-84.

[15] Crosetto,M.; Monserrat, O.; Cuevas,M.; Crippa,B. Spaceborne differential SAR interferometry: Data analysis tools for deformation measurement//Remote Sens.–2011,3.–P.305-318.

Алтаева А.А., Имансакипова Б.Б., Кожаев Ж.Т., Садыков Б.Б., Спицын А.А.

Жер бетін бәсеңдік дәрежесі бойынша аймақтаудың энергетикалық белгісін жетілдіру

Түйіндеме: Бұл мақалада жер бетін бәсеңдеу дәрежесі бойынша аймақтау әдісінің дәлдігін арттыру мәселесінің шешу жолы қарастырылған. Оның негізінде энергетикалық белгі жатыр. Бұл белгі, тау-кен массивының арасындағы тұрақты және тұрақсыз тепе-теңдік күйінде тұратын потенциалдық энергия тартылысының айырымы арқылы анықталады. Шамасы айырмашылық айқындалатын әлеуетті энергиясын тарту, оның шамасы едәуір дәрежеде байланысты бөлу және қайта бөлу тау-кен массасын ішіндегі көлемінің, кен орындары, сондықтан дәлдігін арттыру үшін тәсілі критерийді есептеу кезінде ескеріледі анизотропия тығыздығын тау массиві. Бұл оның тиімділігін арттырып және тау-кен массивының кернеулі-деформацияланған күйін талдамалау мүмкіндігін кеңейтедң, сонымен қатар, дағдарысты жағдайларды болжауға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: аумақтық аудандастыру, тепе-теңдіктің тұрақтылық күйі, тепе-теңдіктің тұрақсыз күйі, потенциалдық энергияның тартылысы, белгі.

Altayeva A.A., Imansakipova B.B., Kozhaev Zh.T., Sadykov B.B., Spitsyn A.A.

Improvement of energy criterion when dividing the earth surface into zones by weakness degree

Summary. The article describes the task to increase the accuracy of the method of dividing the earth's surface into zones by weakness degree, which is based on the energy criterion determined by the difference in the potential energy of gravity of the rock mass element between unstable and stable equilibrium states. The magnitude of the difference determined by the potential energy of gravitation, the magnitude which depends to a large extent on the distribution and redistribution of the rock mass within the deposit capacity; therefore, to increase the accuracy of the method, the anisotropy of the rock mass density is taken into account when calculating the criterion. This makes it possible to increase its efficiency and expand its capabilities in analyzing the stress-strain state of the mountain massif and forecasting crisis situations.

Keywords: dividing into zones, stable equilibrium state, unstable equilibrium state, potential gravitational energy, criterion.

УДК 622.882

T. Kalybekov, Y. Zhakypbek
(Satpayev University, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: moldir_09@mail.ru)

THE STUDY OF CHOICE CRITERIA OF MINED-LAND RECLAMATION AT THE FIELDS DEVELOPMENT BY OPEN-PIT MINING

Abstract. An analysis was carried out to select the direction of mined-land reclamation at the development of mineral resources deposits, taking into account the social and economic and natural environmental features of the area, economic operations and the territory development prospects. The sustainable directions of the subsequent development of reclaimed lands are given to achieve the criteria of ecological and social effect as a result of reclamation works. Reducing the size of man-made disturbed lands occurs during a phased or continuous reclamation as they are disrupted during the field's operation.

Keywords: reclamation, direction, choice, land disturbance, open pit.

Т. Калыбеков, Ы. Жакыпбек
(Сатпаев университет, Алматы, Республика Казахстан
moldir_09@mail.ru)

ИЗУЧЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ВЫБОРА НАПРАВЛЕНИЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ

Аннотация. Выполнен анализ для выбора направления рекультивации нарушенных земель при разработке месторождений минерального сырья с учетом социально-экономических и природно-климатических особенностей района освоения, хозяйственной деятельности и перспективы развития территории. Приведены рациональные направления последующего освоения рекультивированных земель для достижения критериев экологического и социального эффекта в результате восстановительных работ. Уменьшение размеров техногенно-нарушенных земель происходит при проведении поэтапной или непрерывной рекультивации по мере их нарушения в период эксплуатации месторождения.

Ключевые слова: рекультивация, направление, выбор, нарушение земель, карьер.

Введение. Разработка месторождений полезных ископаемых в республике характеризуется возрастающими объемами добычи минерального сырья за счет развития прогрессивного открытого способа. При этом к негативным последствиям открытых разработок относится изъятие значительных земельных площадей и их нарушение при ведении горных работ, изменение гидрогеологических условий района освоения месторождения и влияние на окружающую природную среду. В этих условиях своевременное проведение рекультивации нарушенных горными работами земель является средством их восстановления и улучшения условий окружающей среды. Для этой цели использование апробированных технических решений по рекультивации нарушенных земель в мире при ведении открытых горных работ даст положительный эффект. Наряду с этим выполнение рекультивации нарушенных земель требует комплексного подхода к изучению состояния техногенно-нарушенного участка с целью выбора рационального направления рекультивации нарушенной территории с наименьшими затратами.

Детальное комплексное изучение условий и особенностей нарушенного техногенного ландшафта позволит принять эффективное решение с точки зрения технологии, экологии и финансовых затрат на проведение рекультивации техногенно-нарушенных земель. Горно-геологические условия месторождения, применяемая технология при его разработке, социально-экономические и природно-климатические особенности района освоения, хозяйственная деятельность и перспективы развития территории являются основными критериями выбора направлений рекультивации нарушенных земель при разработке месторождений открытым способом.

Выбранное направление рекультивации нарушенных земель должно с наибольшим эффектом и наименьшими затратами обеспечивать решение задач рационального и комплексного использования земельных ресурсов района, создания гармонических ландшафтов, отвечающих экологическим, хозяйственным, эстетическим и санитарно-гигиеническим требованиям [1]. Поэтому при разработке любого месторождения следует осуществить выбор наилучшего способа своевременного восстановления нарушаемых земель в процессе ведения открытых горных работ.

Методы исследования. Социально-экологические результаты рекультивации нарушенных земель горных предприятий, расположенных в различных климатических зонах, и степень освоенности территории района, на наш взгляд, определяют эффективность восстановления техногенно-нарушенных земель. С целью обеспечения высокого уровня защиты окружающей среды при разработке месторождений полезных ископаемых выделяются следующие направления рекультивации нарушенных земель и земельных участков в соответствии с ГОСТ [2,3,4]:

- сельскохозяйственное - приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для осуществления сельскохозяйственной деятельности, создания защитных лесных насаждений, а также для целей аквакультуры;
- лесохозяйственное - приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для ведения лесного хозяйства с лесонасаждениями различных направлений;
- водохозяйственное - приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для ведения водного хозяйства, в том числе в целях создания в понижениях техногенного рельефа водоемов различного назначения;
- рыбохозяйственное - приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для создания на рекультивированных землях водоемов для рыборазведения;
- рекреационное - приведение в населенных пунктах нарушенных земель, занятых скверами, парками, городскими садами, прудами, озерами, водохранилищами, в состояние, пригодное для использования населением указанных объектов в целях отдыха, туризма, занятий спортом;
- природоохранное - приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для восстановления биологического разнообразия и гидрологического режима, в том числе в форме создания особо охраняемых природных территорий регионального и местного значения для сохранения и воспроизводства природных ресурсов;
- санитарно-гигиеническое - биологическая или техническая консервация нарушенных земель, оказывающих отрицательное воздействие на окружающую среду, рекультивация которых для использования в народном хозяйстве экономически неэффективна;
- строительное - приведение нарушенных земель и земельных участков в состояние, пригодное для промышленного и гражданского строительства;
- консервационное направление рекультивации земель - проведение работ в целях консервации земель, не поддающихся качественному восстановлению и представляющих угрозу в качестве источников негативного воздействия на окружающую среду.

В качестве основных критериев при выборе направления рекультивации нарушенных земель учитывают следующие факторы:

- природно-климатические характеристики месторождения и района его расположения;
- социальные условия с учетом перспектив и направлений развития района разработки месторождения;
- фактическое и прогнозируемое состояние нарушенных земель к моменту рекультивации;
- современное и перспективное использование нарушенных земель по их целевому назначению;
- категория нарушенных земель и прилегающих земельных участков:
- продолжительность восстановительного периода;
- горно-технологические факторы горнотехнической рекультивации;
- комплексная механизация земляных и транспортных работ;
- экономическая целесообразность рекультивационных работ:
- географическое расположение нарушенных земель, текущее и будущее функциональное их использование;
- мнение собственника рекультивируемого земельного участка;
- территориальные схемы и генеральные планы развития территорий;
- результаты общественных слушаний по проекту рекультивации нарушенных земель.

В работе [5] критерием для определения направления последующего освоения рекультивированных земель предлагается:

- при освоении нарушенных земель в сельскохозяйственные угодья обеспечение экономической эффективности, наряду с достижением экологического и социального эффекта. Критерием экологической эффективности рассматривается нормализация экологической ситуации и стабилизация параметров, характеризующих плодородие земельных угодий. Критерием социальной эффективности является улучшение условий жизни и труда населения, улучшение условий ведения личного подсобного хозяйства.

- при освоении нарушенных земель под лесные насаждения целесообразность обеспечения экологического и социального эффекта.

- при рекреационном направлении создание рекультивированных земель с возможной экономической эффективностью использования территории для организованного отдыха и туризма наряду получением экологического и социального эффекта; экологическая и социальная эффективность прииспользовании территории под прочие объекты рекреации.

- при создании спортивных объектов на рекультивированных нарушенных землях ожидание достаточной экономической эффективности с обеспечением экологического и социального эффекта.

- при рекультивации наиболее тяжелых нарушений и загрязнений земель устранение негативных последствий, консервацию и перевод в земли запаса. В этом случае оценка эффективности может быть ограничена выявлением незначительного экологического и социального эффекта.

Формирование отвалов вскрышных пород должно отвечать требованиям принятого направления рекультивации нарушенных земель. При этом должны быть созданы условия для проведения поэтапной или непрерывной рекультивации по мере нарушения земель [6]. Тогда обеспечивается создание благоприятных условий для окружающей среды за счет уменьшения размеров техногенно-нарушенных земель при ведении горных работ.

Утилизация значительных объемов известняков скальной вскрыши будет способствовать более полному извлечению и комплексной переработке Дербентского месторождения, поэтому породы скальной вскрыши нецелесообразно складировать в отработанном пространстве карьера [7]. Это является доводом в пользу водохозяйственной рекультивации отдельных карьеров. Водохозяйственная рекультивация выработанного пространства карьера определяется социально-экономическим развитием района, комплексным освоением полезного ископаемого и необходимостью организации в черте города Дербента объектов культурно-бытового и спортивно-оздоровительного направления.

Осуществление экономически эффективной и своевременной рекультивации нарушенных земель в период освоения месторождения горными предприятиями возможно при выполнении следующих задач [8]:

- анализ качественно-количественных характеристик нарушаемых земель;
- изучение пригодности вскрышных пород карьера для целей рекультивации;
- определение первоочередных объектов рекультивации нарушенных земель;
- изучение опыта хозяйственного освоения рекультивированных земель на открытых разработках и выбор целесообразного направления с учетом района расположения месторождения;
- разработка требований к технологическим схемам формирования отвалов, обеспечивающих ускорение рекультивации нарушенных земель в минимально возможные сроки;
- изучение возможности использования для рекультивации основного горнотранспортного оборудования в процессе отвалообразования;
- установление рациональных технологических схем выполнения рекультивационных работ на действующих горных предприятиях.

В настоящее время без существенной корректировки существующих нормативных документов по рекультивации нарушенных земель и их регламентов невозможно существенно улучшить экологическую ситуацию на нарушенных территориях [8]. Поэтому выбор направлений рекультивации должен способствовать наиболее рациональному использованию природно-климатических, горно-геологических условий с учетом физико-механических свойств пород, перспективы развития района разработок и технологий отвалообразования и обеспечить оздоровление экосистемы.

Важным условием успешности работпо лесохозяйственному направлению рекультивации является подбор ассортиментадревесных и кустарниковых пород в соответствии со свойствами пород, вынесенными на поверхность, учет требовательности планируемых к посадке древесных пород к эдафическим условиям и оценка общей экологической ситуации [9]. Комплексный учет факторов и условий при осуществлении рекультивации нарушенных земель является залогом успешности восстановительных работ и хорошего роста лесных насаждений.

После отработки глубокого карьера рассматривается применение нового направления рекультивации, в совокупности способствующее рациональному использованию земельных ресурсов на открытых работах, а именно строительство комплекса спортивных сооружений для зимних и летних видов спорта, с включением лечебно-профилактической базы на основе создания и развития дендропарка [10]. При строительстве спортивно-оздоровительного комплекса изучается максимальное использование профилей техногенного ландшафта, созданного в процессе выемки полезного ископаемого и формирования отвалов вскрышных пород.

Размещение объектов спортивно-оздоровительного комплекса на восстанавливаемых землях глубокого карьера осуществлено следующим образом. На поверхности вблизи отработанного пространства карьера расположены профилакторий, лечебный корпус №1, лечебный корпус №2, саночные горки, горки для сноуборда, горки для фристайла, отели, центр питания, торговый центр, железнодорожная и автомобильная станции. На откосах борта карьера расположены малый трамплин (60м), малая горнолыжная трасса (скорость спуска не более 30км/час), средний трамплин (80м), трасса для бобслея и скелетона, большой трамплин 100м) и большая горнолыжная трасса (скорость спускаболее 50км/час); на откосах уступов эскалаторы; на рабочих площадках уступов парковая зона (дендропарк); на откосах борта карьера малая горнолыжная трасса (скорость спуска не более 30км/час), средний трамплин (80м), трасса для бобслея и скелетона, большой трамплин 100м) и большая горнолыжная трасса (скорость спускаболее 50км/час);на рабочих площадках уступов лыжные трассы для традиционных гонок (от 5 до 50км) и биатлона; на дне отработанного карьера автомобильные кемпинги, поле для спидвея, теннисные корты, волейбольные и баскетбольные площадки, крытый каток, крытый бассейн, поле для хоккея с шайбой, поле для хоккея с мячом и стадион с беговыми дорожками.

Предложенный вариант использования ресурса восстановленной земли исключает необходимость восстановления всей площади нарушенной земли, что сокращает необходимые площади озеленения, следовательно, нанесение плодородного слояпочвы. Наряду с этим снижает объемы перемещения массы горных пород при планировке и трассировании застраиваемых площадей и имеет целый ряд других положительных моментов.

Для снижения негативного воздействия на окружающую среду следует изменить порядок и технологию отработки карьеров песчано-гравийной смеси, которые позволят сократить площади изымаемых из оборота земель и увеличить сроки, отводимые для восстановления растительного покрова при работе по технологической схеме с подвиганием фронта горных работ от периферии к центру отрабатываемого участка [11]. Это достигается первоочередной отработкой прибортового пространства по всему периметру участка с одновременным формированием береговой зоны необходимой конструкции.

Уточнение качественно-количественных характеристик нарушенных и нарушаемых земель, изучение пригодности вскрышных пород для целей рекультивации, использование основного горно-транспортного оборудования в процессе отвалообразования и установление рациональных технологических схем выполнения рекультивационных работ позволит ускорить процесс восстановления нарушенных территорий, определить оптимальные направления их использования, снизить затраты на выполнение рекультивации нарушенных земель, уменьшить экологическую напряженность в регионе и обеспечить рациональное использование отведенных земель [12]. В результате этих работ обеспечивается выбор рационального варианта восстановления техногенного ландшафта.

Рекультивацию высоких скальных отвалов технически возможно проводить только в верхней части откосов ярусов, инициируя тем самым самозарастание нижней части [13], поскольку при этой технологии разгрузки грунт на откосе размещается в виде клина из-за разницы углов естественного откоса пород.

С учетом естественного откоса мелкодисперсных грунтов и оптимальной работы автотранспорта при формировании отвалов для целей рекультивации необходимо формировать отвалы с высотой яруса до 30 м [14]. В этом случае создаются благоприятные условия для решения проблемы рекультивации отсыпаемых высоких отвалов.

При открытом способе добычи полезного ископаемого требуется обоснование оптимальных схем селективного размещения вскрышных пород во внешних отвалах, отвечающих конкретным горно-геологическим условиям разработки, а также интенсификации рекультивации земель при ведении горных работ [15]. Решение этой задачи позволяет повысить эффективность рекультивации нарушенных земель за счет совмещения вскрышных, добычных и рекультивационных работ в целях максимального обеспечения экологической безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом.

Проект рекультивации земель по хозяйственной деятельности предприятия разрабатывается на основании территориального планирования, предусматривается в нем восстановление всех нарушенных участков и их дальнейшее использование [16]. Для контроля восстановления нарушенной территории до устойчивого состояния необходима организация экологического мониторинга и способа управления за выполнением самих рекультивационных работ.

Результаты исследования. При выборе рационального направления рекультивации нарушенных земель на открытых разработках в республике на основании изучения опыта восстановления техногенно-нарушенных территорий необходимо уделить внимание на решение следующих задач:

- улучшение экологической ситуации района и устранение негативного влияния на компоненты окружающей среды;
- направление рекультивации должно обеспечить рациональное и комплексное использование земельных ресурсов района, создание гармонических ландшафтов, отвечающих экологическим, хозяйственным, эстетическим и санитарно-гигиеническим требованиям с наибольшим эффектом и наименьшими затратами.
- создание ландшафтов с высокой продуктивностью и значительной социальной и хозяйственной ценностью;
- изучение особенности нарушенного участка, ландшафтного планирования территории и экономической целесообразности при дальнейшем использовании рекультивированных земель;
- использование территории отработанных карьеров для создания спортивно-оздоровительных комплексов зимних и летних видов спорта, лечебно-профилактической базы на основе создания и развития дендропарка и строительства комплекса спортивных сооружений эффективно влияет на здоровье населения и состояние окружающей среды;
- проекты рекультивации техногенно-нарушенных земель должны составляться на основании всестороннего изучения горно-геологических условий месторождения, социально-экономических и природно-климатических особенностей местности, технологий его разработки и перспективы развития района расположения месторождения;
- своевременная рекультивация нарушенных земель позволяет снизить затраты на выполнение восстановительных работ и уменьшить экологическую напряженность в регионе;
- интенсификация рекультивации нарушенных земель в процессе ведения открытых горных работ способствует оздоровлению состояния территории района расположения месторождения минерального сырья и окружающей природной среды;
- рекультивация техногенно-нарушенных участков и их дальнейшее использование должна осуществляться на основании проекта, составленного на основании проведенного комплексного изучения горно-геологических и горнотехнических условий разрабатываемого месторождения и прогноза улучшения экологического состояния окружающей среды.

Обсуждение. Выполнение рекультивации нарушенных земель в ходе освоения месторождений полезных ископаемых в республике с использованием апробированной на производстве рациональной доступной технологией достигается приведение их в состояние, пригодное для дальнейшего использования в народном хозяйстве, предотвращение отрицательного воздействия открытых горных работ на прилегающие территории, оптимизация сочетания техногенных и природных ландшафтов.

Статья подготовлена по проекту ГФ МОН РК 2018/АРО5131591.

ЛИТЕРАТУРА

[1] ГОСТ 17.5.1.03-86. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель.

[2] ГОСТ 17.5.3.04 Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель.

[3] ГОСТ Р 56828.15 Наилучшие доступные технологии. Термины и определения.

[4] ГОСТ Р 57446-2017. Наилучшие доступные технологии. Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия.

[5] Аслаханов А.Н., Данилина Н.Ю., Уварова Е.Л. Оценка экономической эффективности рекультивированных земель / Научный вклад молодых исследователей в сохранение традиций и развитие АПК. Часть 11. Санкт-Петербург. -2016. -С.3-6.

[6] Коваленко В.С., Николаев А.В. Рациональное использование и охрана природных ресурсов при открытых горных работах. –М.: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2016. -190 с.

[7] Мусаев Н.М., Мосейкин В.В., Пуневский С.А. Водохозяйственная рекультивация карьеров Дербентского месторождения известняков // ISSN 0236-1493. Горный информационно-аналитический бюллетень. -2010. -№ 5. -С.37-42.

[8] Андроханов В.А. Мониторинг почвенного покрова и рациональное использование земельных ресурсов в районах угледобычи // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. Научно-технический журнал. -2014. -№1. -С.126-130.

[9] Капелькина Л.П. Нормативные основы лесохозяйственного направления рекультивации нарушенных земель. http://spbftu.ru›UserFiles /Image/izvesti/10-199.pdf.

[10] Ельчанинов Е.А., Ельчанинова Е.А. Новый подход к восстановлению ресурса земельных участков, нарушенных глубокими карьерами // Горный информационно-аналитический бюллетень. -2008. -№8. -С.181-190.

[11] Гущенко В.В. Обоснование технологии отработки и рекультивации месторождений песчано-гравийной смеси в поймах рек. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд.техн. наук. Иркутский государственный технический университет. г.Иркутск. -2013. -21 с.

[12] Крамчанинов Н.Н., Гайдукова А.А.Анализ рациональной рекультивации нарушенных земель Лебединского ГОКа. Проблемы природопользования и экологическая ситуация в европейской России и на сопредельных территориях / Материалы VII Международной научной конференции Белгород. -2017. -С.349-353.

[13] Земцовская Е.В. Горнотехническая рекультивация отвалов скальных пород на примере АО «Ковдорский ГОК» // ISSN 0236-1493. Горный информационно-аналитический бюллетень. -2016. -№ 7. -С. 384-391.

[14] Архипов А.В., Земцовская Е.В. Возможность рекультивации породных отвалов в условиях Заполярья и влияние рекультивации на отвалообразование // ISSN 0236-1493. Горный информационно-аналитический бюллетень. -2016. -№ 4. -С.110-121.

[15] Мырзахметов М., Калыбеков Т. Оптимизация рекультивационных работ на открытых разработках. - Алматы: КазНИТУ. 2015. -236 с.

[16] Маргеева Д.В. Методические подходы к проектированию рекультивационных работ с использованием инструментов ландшафтного планирования // География и природные ресурсы. -2015.-№ 2. -С.183-187.

Қалыбеков Т., Жақыпбек Ы.

Кенорындарын ашық әдіспен игерудегі бұзылған жерлерді қалпына келтіру бағыттарын таңдаудың сынбелгілерін зерделеу

Түйіндеме. Минералды шикізат кенорындарын игеру ауданының әлеуметтік-экономикалық және табиғи-климаттық ерекшеліктерін, аумақтың шаруашылық қызметін және келешектегі дамуын ескерумен бұзылған жерлерді қалпына келтіру бағытын таңдауға талдау жүргізілген. Қалыпқа келтіру жұмыстарының нәтижесінде экологиялық және әлеуметтік әсерге жету үшін қалпына келтірілген жерлерді келешекте игерудің ұтымды бағыттары дәлелденген. Кенорнын игеру кезеңінде техногенді-бұзылған жерлерді қалпына келтіруді олардың бұзылуына сәйкес кезеңдікті немесе үздіксіз жүргізгенде мөлшерінің азаюы болады.

Түйінді сөздер: қалпына келтіру, бағыт, таңдау, жердің бұзылуы, карьер.

Kalybekov T., Zhakypbek Y.

The study of choice criteria of mined-land reclamation at the field development by open-pit mining

Summary. An analysis was carried out to select the direction of mined-land reclamation at the development of mineral resources deposits, taking into account the social and economic and natural environmental features of the area, economic operations and the territory development prospects. The sustainable directions of the subsequent development of reclaimed lands are given to achieve the criteria of ecological and social effect as a result of reclamation works. Reducing the size of man-made disturbed lands occurs during a phased or continuous reclamation as they are disrupted during the field's operation.

Keywords: reclamation, direction, choice, land disturbance, open pit.

S.I. Saduakassova
(Al- Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: inkar_94kz@mail.ru)

ANALYSIS OF THE ENVIRONMENT STATE IN MANGYSTAU REGION

Abstract. Mangystau region is one of the main areas of hydrocarbon production, where large marine and terrestrial oil deposits. This article describes the intensive technological impact of oil deposits on the entire ecosystem of Mangystau region. Petroleum pollutants change physical and chemical state and carbon-nitric balance, water, air mode. Regardless of the method of extracting the mineral, an intensive technogenic impact on the geological environment occurs, which is expressed in the contamination of soil, groundwater, hydrosphere surfaces and the atmosphere, and as a result all this has an impact on the biota.

Keywords: oil-fields, hydrocarbon raw material, oil products, ecological condition, the environment.

Mangistau region has the richest oil fields, which are processed in various ways. Regardless of the method of extracting the mineral, an intensive technogenic impact on the geological environment occurs, which is expressed in the contamination of soil, groundwater, hydrosphere surfaces and the atmosphere, and as a result all this has an impact on the biota.

Negative impact on the environment is provided by enterprises of the oil and gas complex (JSC Uzenmunaigas, JSC Mangistaumunaigaz, Kaztransoil, Karazhanbasunai OJSC, etc.), energy (MAEK-Kazatomprom LLP) and motor transport [1].

There are 7910 oil producing wells on the territory of the region. The number of oil barns decreased from 211 in 2016 to 118 in 2017. The total area of oiled land, which requires reclamation, was 1968.84 hectares (in 2016 - 2008.7 ha). Plate waters are flooded with 445.18 km2.

In general, there is an increase in the production of industrial waste in the region as compared to the previous years. This is due to increased drilling in oil fields. The radiation situation on the territory of the Mangistau region is determined by the former uranium ore mining and processing enterprises and the former BN-350 fast neutron reactor, as well as by the oil industry enterprises using for closed-circuit sources of ionizing radiation, enterprises engaged in geophysical exploration of wells, extraction and processing of stone-quarry [2].

In the region there is a difficult situation for decontamination of radioactive contaminated sites and disposal of radioactive wastes. Given that the problem of radioactive pollution is exacerbated by the day and increasing the amount of radioactive waste is an issue of how to address the problems associated with their disposal.

In accordance with sanitary rules SRRWM (Sanitary regulations. Radioactive waste management) - the temporary storage of radioactive waste at temporary storage facilities should not exceed 6 months. But due to the lack of a common regional landfill for the disposal of radioactive waste - waste accumulates on temporary storage for many years [3].

There is unauthorized storage of radioactive waste in the oil fields due to the fact that own temporary storage points in the fields are overcrowded [4].

Drilled in the 70-80's oil wells are in the flood zone, some of them are conserved, some are liquidated. As a result of the rise of the Caspian Sea, many wells were flooded, while the conservation and disposal of these wells were conducted without taking into account the possible flooding by sea. Of particular concern is the fact that some of the wells left under water are not marked, there is no information on their technical condition. The reasons lie in the absence of state environmental monitoring in the water area of the Caspian Sea.

Unresolved problems remain on the protection of land due to pollution of the earth with oil spills and oil products and utilization of granary oil and accumulated oil waste at large enterprises.

Out of the total volume of emissions, the main influence on the pollution of the air basin of the region is provided by the enterprises of the oil and gas production and processing industry.

The problem of protecting the atmospheric air is the utilization of associated gas in oil producing enterprises, which, to this day, despite the ban on flaring of associated gas, continue to burn gas, thereby causing significant damage to the natural environment, as well as salvo emissions with flare-ups soot, purging and emergency discharge of gas under excess pressure from process units and pipelines in case of emergency situations, non-compliance with the operating conditions of oil tanks, insufficient germanium the lack of drainage tanks for collecting condensate, the absence of gas meters, etc. At present, almost all oil-producing enterprises have flares equipped with smokeless gas combustion devices. However, verifications of the inspection reveal at the same time a single-stage soot combustion of torches as a result of the violation of the rules of production technology, that is, due to insufficient separation of associated gas from oil, hydrocarbons are carried away to the torch [5].

In other sectors of the economy, violations such as the lack of permits for emissions of pollutants into the atmosphere, the environmental action plan, the non-submission of statistical reporting in the form of 2TP (air), the incineration and spontaneous combustion of solid domestic and industrial wastes, the lack of primary recording of pollutant emissions in atmosphere in the form of POD-1,2 [6].

Problems in the protection of the water basin are mainly created by oil wells in the flooding zone, sunken ships in Bautino Bay, as well as impulses and fistulas on injection and water intake lines at oil and gas production facilities, sewage spills on the terrain, unauthorized water barns, non-monitoring of the state of groundwater, irrational use of water (for drinking and technical needs), non-permanent management of water consumption and sanitation. For example, in the municipal economy, such violations as ineffectiveness of treatment facilities, exceeding of maximum permissible concentrations and established maximum permissible discharges, irregular conducting of analytical control at treatment facilities, inadequate functioning of treatment facilities, filtration and evaporation fields, inconsistent monitoring of groundwater status [7].

In the construction of unresolved issues remain irrational use of water; there are no septic tanks and waterproofed cesspools, water records are not maintained, and there are no contracts for the export of domestic sewage.

Sea transport commits violations of the pollution of crude oil and sewage (oily and economic-fecal) waters of the Caspian Sea, irrational use of sea water. Vessels in sea water increase the risk of spilling toxic liquid drilling wastes from barges coming from offshore oil fields [8]. When pumping oil from shore to tankers, there is an emergency risk of spilling oil into the sea. Thus, the results of development and geodetic research of the Caspian Sea shelf can lead to a negative impact on marine life.

In the energy sector there are gusts of pipelines during the transportation of water; exceeding the established limits for seawater intake; there are no graphs and the analytical control for purification of economic-fecal wastewater and for discharging of normatively clean waters into the sea is not constantly carried out.

On the whole, there is a tendency in the region among enterprises to exclude contracts for water consumption (drinking and technical quality) and waste water disposal, the availability of barns for water with chemical reagents, inconsistencies in projects with state environmental expertise in the construction of facilities; there are no contracts and permits for the placement of construction waste, contracts for the export of construction waste, there is no record-keeping and disposal of waste, there are no permits from the competent authorities for the disposal of radioactive waste, etc.

To this day, there is a partial use of environmental funds by local executive bodies. It is possible to rectify the situation only by legislating for the local authorities the obligation to spend funds on purpose and depriving them of the opportunity to close more "important" social needs in local budgets with environmental payments.

Analysis of the current state of environmental problems in the Mangistau region revealed that, according to natural and climatic conditions, almost the whole territory of the region belongs to an extremely unfavorable arid zone. Negatively affecting features of climatic conditions on the components of the environment are increased solar radiation, dust storms, a sharp fluctuation of annual and daily temperatures, and a small amount of precipitation.

Formation and development of industrial production in the region is based solely on significant hydrocarbon reserves [9].

The region since the Soviet times has been significantly transformed and currently does not ensure the proper functioning of ecological systems for the reasons of untimely and unsatisfactory resolution of issues of environmental safety, primarily in the extraction and processing of uranium-bearing ores, in chemical production; violations of environmental norms and regulations in the development of oil and gas fields and in areas adjacent to the Caspian Sea; conducted nuclear tests in the late 60's last century; irrational use of the land fund; insufficient protection of land and plant resources from wind and water erosion.

Along with the unresolved problems of environmental pollution of the past years, new types of pollution are appearing, the degradation of ecosystems continues, the stocks of biological resources of the sea and land are being reduced, while the biodiversity is being depleted.

Mangistau region since Soviet times is a region of development of powerful industrial production in various sectors of the national economy, as well as a place for conducting nuclear tests, which led to a complication of the ecological situation [10]. Historical pollution continues to have a negative impact on the environment and the medical and demographic situation. Along with this, intensive growth of volumes of production and transportation of hydrocarbons on land and the start of exploration activities on the shelf of the Caspian Sea exacerbate an already strained ecological situation [11].

On the deposits of Mangistau region the concentration of the total hydrocarbon was in the range of 1.6-2.6 MAC [12]

Radiation background. According to the data of the State Enterprise "Kazhydromet", observations of the level of gamma radiation on the terrain are carried out daily at 2 meteorological stations (Aktau, Fort-Shevchenko) and the tailing pond Koshkar-Ata in Mangistau region. Control over radioactive contamination of the surface layer of the atmosphere in the Mangistau region was carried out at 3 meteorological stations (Aktau, Fort-Shevchenko, and Zhana Uzen) by sampling air with horizontal plates [13].

The water quality of reservoirs in Aktau according to the chemical composition does not correspond to hygienic norms of 6.25%, which is 3 times higher than the regional index (2.5%). This is due to the anthropogenic impact of the urban area (the washing away of rain and thawed waters).

In Mangistau oblast there are 23 water supply facilities. Provision of the population of the region with tap water is 70.1%. 12.1% of the population uses decentralized water source, and 5.75% of the population uses imported water [14].

Currently, 5 water supply facilities that do not meet sanitary requirements (21.7%) [15]:

- water pipe "Kiyakhty-Kalamkas-Karazhanbas", Aktau city;
- Aktau-Kuryk water pipe of the Karakiyansky district;
- water pipeline "Astrakhan-Mangyshlak" of Beineu district;
- water pipe "Ushtagan" of Mangistau district;
- water pipeline "Shair" of Mangistau district.

There is no complex of wastewater treatment facilities in the "Astrakhan-Mangyshlak" water pipeline, and in the water pipes "Aktau-Kuryk" (Karakia district), "Kiyakhty-Kalamkas-Kuryk" (Karakiansky district),

"Kyahyty-Kalamkas-Karazhanbas" (Aktau) disinfection plants. Water pipes "Shair", "Ushtagan" of Mangistau district require repair works.

In total in the region in recent years, the volume of toxic production waste accumulates from 40.5 to 51.8 thousand tons per year. Of these, solid - from 35.9 to 40.6 thousand tons, liquid from 0.4 to 2.2 thousand tons, pasty - from 2.4 to 10.4 thousand tons and radioactive - from 0.0 to 0,4 thousand tons. All toxic waste products are completely neutralized. The volume of solid domestic waste accumulates over the area from 131150 to 298000 m3, liquid - from 171490 to 250700 m3 [16].

The greatest amount of waste is accumulated in Aktau: solid - from 154,000 to 172,000 m^3, liquid - 21490 m3; Zhanaozen - accordingly: 49000-54000 m^3 and 132000-170000 m^3. In cities, the waste is disposed of in full by the planned regular cleaning system, in the regions; the territory is cleaned according to the planned application system [17].

In the Mangystau oblast, in recent years, there has been a tendency to reduce the amount of harmful substances emissions (almost 1.5 times). The concentrations of all pollutants in the atmospheric precipitation in the Mangystau oblast, with the exception of cadmium, do not exceed the maximum permissible concentration (MPC). The atmospheric pollution index was lower than the average for the country.

According to the constant monitoring of sanitary and hygienic conditions in children's and teenage institutions, out of 465 examined facilities of children's and adolescent institutions that did not correspond to SanPiN there were 2 (0.4%). A large deficit of drinking water could well affect the condition of hard tooth tissues in children, since the qualitative composition of water has a direct effect on the condition of the teeth. The hygienic content of the oral cavity depends on the quality of not only the hygiene products used [18].

As a result of the long-term impact of anthropogenic sources on the environment, the following negative phenomena are noted in Mangistau oblast:

• There is an accumulation of significant amounts of polluting toxic industrial waste (including radioactive waste) with a wide variety in chemical composition; spread of oil contamination and radioactive contamination; large areas accumulate wastes of common minerals and solid domestic wastes that pollute the natural environment;

• Recycling and processing of production wastes is not carried out; there is a contamination of land with untreated wastewater, there is a low specific gravity of reuse of water;

• Pollution of atmospheric air associated with the evaporation of oil from barns, the burning of associated petroleum gases on flares and increased dust content of air due to secondary dusting of tailing dumps and dumps of the quarry, dust-salt storms from the Aral Sea; degradation and desertification of land due to irrational use; there is an increase in some types of diseases in the region (above the national level).

• Reduction of biological diversity and pollution of the ecosystem of the Caspian Sea; the negative impact of periodic fluctuations in the level of the Caspian Sea on the natural environment; The probability of occurrence of new environmental problems in the production of works on the shelf of the Caspian Sea for the extraction and transportation of oil; lack of systematic environmental monitoring; Insufficiency of medical-ecological and other scientific researches on studying of a condition of environment of area; lack of public awareness;

• Pollution of the atmosphere by industrial enterprises, lack of natural sources of water supply; the problem of providing rural population with quality drinking water, garden and garden associations and settlements; the occurrence of mobile sands formed due to the lowering of groundwater level as a result of irrational use of water intake on sandy massifs; there is no reassessment of the operational reserves of groundwater; complete destruction of soil and vegetation cover; the problem of oil and oil products pollution prevention both in connection with the proximity to the Caspian Sea of old oil fields, and in connection with the development of new offshore fields; contamination by industrial enterprises of waste equipment and pipelines contaminated with radionuclides; not in full use of modern methods of technical diagnostics of potentially dangerous objects; there is no interaction between the separate structures of environmental authorities, which are subordinate to various departments and ministries, for a purposeful solution of the problems of the region.

Thus, the results of the study showed that oil pollution stimulated the growth of hydrocarbon oxidizing microorganisms and led to a decrease in the number of microorganisms most sensitive to contamination.

REFERENCES

[1] N.A.Iskakova, A.R.Medeu. Environment and ecology. The Republic of Kazakhstan. -3rd edition- Almaty, 2006. 110

[2]http://dereksiz.org/poyasnitelenaya-zapiska-otchet-kontrolenoj-i pravoprimenitelen.html

[3] http://www.wikipedia.org

[4]https://www.caravan.kz/news/v-mangistauskojj-oblasti-na-stroitelstvo-1jj-ocheredi-punkta-zakhoroneniya-nizko-i-sredneradioaktivnykh-otkhodov-potrebuetsya-430-mln-tenge-226670/

[5] http://textarchive.ru/c-2547676-p5.html

[6] Kensaryev U.I., Zhakashev N.Zh., Snytin I.A., Utesinov B.B. Integral assessment of the degree of danger of environmental pollution in the oil and gas region of Mangistau region // Materials of the III Congress of Doctors and Pharmacists of the Republic of Kazakhstan. Astana, 2007.-II-part. -P.78

[7] Information bulletins on the state of the environment of the Kazakhstan part of the Caspian Sea Issue 1 (42) 1 q. 2015 y. Department of Environmental Monitoring of the State Enterprise "Kazhydromet", Astana RK (2015) - [Electronic resource]. Access Address https://kazhydromet.kz/ru/bulleten

[8] Final Report SCE «Environmental Research Laboratory» on «Assessing the anthropogenic impact on the oil fields and coastal areas of the Caspian Sea ports 2012 y.» Aktau, 2012

[9] http://mognovse.ru/rpn-programma-razvitiya-mangistauskoj-oblasti-na-2011-2015-god-stranica-9.html

[10] http://a.mediker.kz/press/news/551/

[11] Carol D., Kuralbayeva K.L. Energy and the environment in Kazakhstan // Energy Policy. -2015. Volume 29, Issue 6. P. 429-440

[12] James P. Dorian O. Shakarim F. Zhanseitov S. Hartono I. The Kazakh oil industry A potential critical role in Central Asia // Energy Policy. -2016. Volume 22, Issue 8, P. 321-329

[13] Salnikov V., Turulina G., Polyakova S., Petrova Y., Skakova A., Climate change in Kazakhstan during the past 70 years // Quaternary International. -2015. Volume 358, P. 77-82

[14] Sevostyanov V.N. Some aspects of the radon problem in Kazakhstan // Radioactivity in the Environment. -2017. Volume 7, P. 409-419

[15] Karatayev M.K., Michèle L.C. A review of current energy systems and green energy potential in Kazakhstan // Renewable and Sustainable Energy Reviews. -2016. Volume 55, P. 491-504

[16] Oskenbayev Y.O., Yilmaz M.K., Kanat A.K. Resource concentration, institutional quality and the natural resource curse // Renewable and Sustainable Energy Reviews. -2017. Volume 17, P. 368-378

[17] James MacGregor, Determining an optimal strategy for energy investment in Kazakhstan // Energy Policy. -2017. Volume 107, P. 210-224

[18] Karatayev M.K., Michèle L.C. Current Energy Resources in Kazakhstan and the Future Potential of Renewables: A Review // Energy Procedia. -2014. Volume 59, P. 97-104

Сәдуақасова С. І.

Маңғыстау облысының экологиялық жағдайларына сараптама

Түйіндеме. Маңғыстау облысы көмірсутегі шикізаттың өндіретін негізгі аудандардың бірі, яғни мұнда ірі теңіз және жер беттік мұнай кен орындары шоғырланған. Бұл мақалада Маңғыстау облысының барлық экожүйесіне мұнай кәсіпшілігінің белсенді техногенді әсері сипатталады. Мұнай ластаушылар топырақтың физикалық-химиялық күйін және көмірсу-азот балансын, су-ауа жүрісін өзгертеді. Пайдалы қазбаны игеру тәсіліне қарамастан, топырақ, жерасты сулары, жерүсті сулары, атмосфераның ластануы байқалатын геологиялық ортада қарқынды технологиялық әсер байқалады және осылардың барлығы биотаға әсер етеді.

Түйін сөздер: мұнай кен орындары, көмірсутекті шикізат, мұнай өнімдері, экологиялық жағдай, қоршаған орта.

Садвакасова С.И.

Анализ экологического состояния Мангистауской области

Резюме. Мангистауская область является одним из основных районов добычи углеводородного сырья, где сосредоточены крупные морские и наземные нефтяные месторождения. В данной статье описывается интенсивное техногенное воздействие нефтяных месторождений на всю экосистему Мангистауской области. Нефтяные загрязнители изменяют физико-химическое состояние и углеродно-азотный баланс, водно-воздушный режим. Независимо от способа добычи полезного ископаемого происходит интенсивное техногенное воздействие на геологическую среду, которое выражается в загрязнении почвы, грунтов, подземных вод, поверхностей гидросферы и атмосферы и как следствие все это оказывает влияние на биоту.

Ключевые слова: нефтяные месторождения, углеводородное сырье, нефтеподукты, экологическое состояние, окружающая среда.

УДК 519.67

A. Aidossov, N. S. Zaurbekov, B.A. Urmashev, G. N. Zaurbekova, M. S. Kzylbayev
(Almaty Technological University,
Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan
E-mail: kzilbaev@inbox.ru)

PROCESS SIMULATION OF IMPURITIES EXPANSION WITH A COMPLEX BOTTOM TOPOGRAPHY AND THE RESERVOIR SHORES

Abstract. A mathematical model adaptation of the process of pollutants distribution in the water environment with a complex topography and a curved shore line, the development of an optimal algorithm and the numerical implementation of these schemes are described in the work. The selected mathematical models should be focused on settlement of the vast range of difficulties arising in the assessment of anthropogenic pressure on the environment through the properties of the examined object and pollution. The proposed numerical algorithm meets all these requirements and has practically implemented algorithms. Numerical calculations were carried out in an area with complex bottom topography and a curved line of the shore. The advantage of the proposed model is the ability to calculate the impurity concentrations with the second approximation order by spatial variables. The experiments carried out in the deep water bodies to assess the vertical slope circulation and vertical water exchange is closely matches with the calculations. The vertical distribution of the impurity is also influenced by the coefficient of vertical turbulence of diffusion, the calculation of which should not be neglected in the coastal zone of water bodies, since all the hydrothermodynamics of the reservoir depends on it and, consequently, the scene of the impurity distribution.

Key words: mathematical model, impurity expansion, complex topography.

А. Айдосов, Н.С. Заурбеков, Б.А. Урмашев, Г.Н. Заурбекова, М.С. Кзылбаев
(Алматинский технологический университет, г. Алматы, Республика Казахстан
Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан
E-mail: kzilbaev@inbox.ru)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРИМЕСЕЙ СО СЛОЖНЫМ РЕЛЬЕФОМ ДНА И БЕРЕГОМ ВОДОЕМА

Аннотация. В работе проведена адаптация математической модели процесса переноса загрязняющих веществ в водной среде со сложным рельефом и криволинейной линией берега, разработка оптимального алгоритма и численной реализации этих схем. Выбранные математические модели должны быть ориентированы на решения широких классов задач, возникающих при оценке антропогенной нагрузки на окружающую среду посредством свойств рассматриваемого объекта и загрязнения среды. Предложенный нами численный алгоритм отвечают всем этим требованиям и обладают практически реализуемыми алгоритмами. Численные расчеты проводились в области со сложным рельефом дна и криволинейной линией берега. Достоинством предлагаемой модели является возможность вычисления концентраций примеси со вторым порядком аппроксимации по пространственным переменным. Проведенные в глубоких водоемах эксперименты для оценки вертикальных присклоновых циркуляции и вертикального водообмена хорошо согласуются с проведенными расчетами. На распространение примеси по вертикали также оказывает влияние и коэффициент вертикальной турбулентности диффузии, вычислением которого при расчетах в прибрежной зоне водоемов пренебрегать не следует, поскольку от него зависит вся гидротермодинамика водоема и, следовательно, картина распространения примеси.

Ключевые слова: математическая модель, распространения примеси, сложный рельеф.

Введение. Определение закономерностей распространения примесей и особенностей их пространственно-временного распределения является одним из важнейших задач в исследованиях процесса загрязнения окружающей среды. Исследование этого процесса имеет большое значение и представляет определенные трудности среди задач охраны окружающей среды. Определив закономерности и особенности распространения примесей в природной среде, уточним тенденции изменений загрязнения водного или воздушного бассейна, оценим его объективное состояние, а результатами исследования является практические разработки возможных мероприятий по обеспечению чистоты окружающей среды. Одним из эффективных и экономичных методов исследования распространения вредных примесей является использование методы математического моделирования, так как натурные, промышленные и полупромышленные исследования очень дорогие, а ставить эксперименты практически невозможно. Удачный выбор математической модели данного процесса и численных алгоритмов, обладающих свойствами консервативности и монотонности, позволяют достичь желаемого результата. Выбор оптимальных моделей, алгоритмов и программ распространения вредных примесей является актуальной, представляющий

научный и практический интерес, задачей. Выбранные математические модели должны быть ориентированы на решения широких классов задач, возникающих при оценке антропогенной нагрузки на окружающую среду посредством свойств поверхности земли и загрязнения среды. Предложенный нами численный алгоритм отвечают всем этим требованиям и обладают практически реализуемыми алгоритмами.

Целью работы является именно адаптация математической модели процесса переноса загрязняющих веществ в водной среде со сложным рельефом и криволинейной линией берега, разработка оптимального алгоритма и численной реализации этих схем. Отметим, что метод математического моделирования переноса примесей является очень удобным аппаратом для решения данной задачи, она дает также возможность дальнейшей проверки результатов моделирования путем сопоставления с фактическими данными.

1. Методы исследования.

На границах области и плоскости ХУ значения примеси принимаются равными нулю. Математическая модель задачи включает в себе уравнения переноса с источниковым членом [1, 2]. Рассмотрим дифференциальное уравнение в частных производных [1]:

$$\frac{\partial\varphi}{\partial t}+\frac{\partial u\varphi}{\partial x}+\frac{\partial v\varphi}{\partial y}+\frac{\partial w\varphi}{\partial z}+\sigma\varphi-\mu\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2}-\mu\frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2}-\nu\frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2}=f(x,y,z,t), \tag{1}$$

При начальных и граничных условиях:

$$\varphi=\varphi_0(x,y,z)\quad t=0\,;\,\Omega=\begin{Bmatrix}x=0, & y=0,\\ x=a, & y=b,\end{Bmatrix}\quad \varphi=0\,, \tag{2}$$

$$\text{при } z=0\quad \frac{\partial\varphi}{\partial i}=a\varphi\quad \text{ и при } Z=H\quad \varphi=0. \tag{3}$$

где φ - интенсивность примеси; u,v,w – состовляющие вектора скорости вдоль оси ОХ, ОУ, OZ ; $\mu>0, \nu>0$ - горизонтальный и вертикальный коэфициент вязкости; $\sigma=const>0$ - коэффициент взаимодействия субстанции; $a>0$ – коэффициент взаимодействия примеси с поверхностью; $f(x,y,z,t)$ - функция, характеризующая источник примеси, вида:

$$f=Q\delta(x-x_0)\delta(y-y_0)\delta(z-z_0)\delta(t-t_0)$$

Здесь x_0, y_0, z_0 - координаты источника; t_0 - время включения источника; Q– его мощность.

Решение ищется в области $\Omega x\Omega$, где

$$\Omega=\{x\in[0,a],\ y\in[0,a],\ z\in[0,H]\},\Omega_1=\{0\le t\le T\}.$$

Переменное поле скорости накладывает определенные особенности на решение поставленных задач. Возникает проблема при аппроксимации исходной дифференциальной задачи (1) - (3) соответствующими разностными задачами. Рассмотрим аппроксимации соответствующих операторов в (1) в случае переменности профиля скорости. Вначале рассмотрим уравнение переноса, содержащее только конвективные члены, т.е. задача двумерная [3]. Запишем исходное уравнение в форме:

$$\frac{\partial\varphi}{\partial t}+u\frac{\partial\varphi}{\partial x}+v\frac{\partial\varphi}{\partial y}=f\,, \tag{4}$$

Компоненты скорости в общем случае являются функциями от x, y и z. В этом случае должно выполняться уравнение неразрывности: $\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}=0$ в каждый момент времени *t*.

Запишем (4) в виде $\frac{\partial\varphi}{\partial i}+A\varphi=0$, где $A\varphi=u\frac{\partial\varphi}{\partial x}+v\frac{\partial\varphi}{\partial y}$

Введем скалярное произведение обычным образом, т.е.

$$(A\varphi,\varphi)=\int_0^a dx\int_0^b\left(u\frac{\partial\varphi}{\partial x}+v\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)\varphi dy \tag{5}$$

Тогда с учетом уравнения неразрывности (5) можно преобразовать:

$$(A\varphi,\varphi)=\int_0^a dx\int_0^b\frac{1}{2}\left(\frac{\partial u\varphi^2}{\partial x}+\frac{\partial v\varphi^2}{\partial y}\right)\varphi dy \tag{6}$$

Предположим, что $A=A_1+A_2$. Тогда для каждого A_a (a=1,2) имеем:

$$(A_1\varphi,\varphi)=\frac{1}{2}\int_0^a dx\int_0^b\varphi^2\frac{\partial u}{\partial x}dy \qquad (A_2\varphi,\varphi)=\frac{1}{2}\int_0^a dx\int_0^b\varphi^2\frac{\partial v}{\partial y}dy. \tag{7}$$

Рассмотрим теперь реальную трехмерную задачу, описываемую уравнением типа (7), но записанную в операторной форме:

$$\frac{\partial\varphi}{\partial t}+\sum_{a=i}^{3}A_a\varphi=f \tag{8}$$

где введены следующие обозначения:

$$A_2\varphi=\frac{\partial v\varphi}{\partial y}-\mu\frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2}-\frac{\varphi}{2}\frac{\partial v}{\partial y}; \qquad A_1\varphi=\frac{\partial u\varphi}{\partial x}-\mu\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2}-\frac{\varphi}{2}\frac{\partial u}{\partial x}; \qquad A_3\varphi=\frac{\partial w\varphi}{\partial z}-\mu\frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2}-\frac{\varphi}{2}\frac{\partial w}{\partial z}+\sigma\varphi.$$

Решение уравнения (8) ищется в области

$\Omega=\{x\in[0,a],\ y\in[0,a],\ z\in[0,H]\},\Omega_1=\{0\le t\le T\}$

при следующих начальном и граничных условиях:

$$\varphi=\varphi(x,y,z)\quad t=0;\ \varphi=0\ \begin{pmatrix}x=0, & x=a,\\ y=0, & y=b,\end{pmatrix};\ \frac{\partial\varphi}{\partial z}=a\varphi\quad z=0;\varphi=0\quad Z=H. \tag{9}$$

Для численного решения задачи будем использовать разностные схемы, основанные на методах расщепления. Известны различные подходы и способы расщепления, например, по физическим процессам, по пространственным переменным. Нами использован метод расщепления, первый этап которого включает в себе горизонтальный перенос и диффузию примеси, а второй этап – конвекцию и диффузию в направлении оси OZ. Однако, необходимо убедиться в применимости метода расщепления, т.е. следует проверить законоопределенности A_a исходной дифференциальной задачи, для чего проверяем выполняемость соотношений: $(A_a\varphi,\varphi)>0,\ a=1,2,3.$ При рассмотрении случая u=(z), v=const и w=const, согласно граничным условиям (7), а также из условий u=(z), v=const и w=const получим положительную определенность оператора A_1. Аналогично можно показать положительную определенность оператора A_2. Остается показать положительную определенность оператора A_3. С этой целью рассмотрим скалярное произведение $(A_3\varphi,\varphi)$, причем положительная определенность имеет место при условии $va-\frac{w}{2}>0$. Данный случай рассмотрен и определена положительность оператора A_3 в [1]. Поэтому проблема решена.

2. Результаты исследования. Нами решена задача распространения монодисперсной пассивной примеси от мгновенного точечного источника в предположении частичного поглощения примеси поверхностью. Математическая модель описана уравнениями (1)-(9). Продольная составляющая скорости u – функция координаты z. Согласно изложенному выше алгоритму, основанному на методе расщепления, составлена программа счисленного счета. Получены распределения примеси для различных режимных

параметров. Изменились виды начального профиля продольной скорости u=f(z), значения числа Рейнольдса. Проведены расчеты при наличии в области двух мгновенных источников. Решение задачи распределения пассивной монодисперсной примеси проведено численными методами. Полученные результаты согласуются с физическими закономерностями рассматриваемого течения [4].

2.1 Результаты численных экспериментов

Область Ω с размерами 9,35 км по оси x (вдоль берега), 5,1 км по оси y (от берега) и переменной глубиной. Численные расчеты проводились в области Ω со сложным рельефом дна и криволинейной линией берега. Область Ω с размерами 9,35 км по оси x(вдоль берега), 5,1 км по оси y (от берега) и переменной глубиной, котором проводились расчеты, покрывалась разностной сеткой G^h с равномерным шагом по горизонтали h=425м. По глубине расчеты проводились на 21 слое. Изучалось распространение в области Ω распадающейся примеси, поступающей от постоянно действующего точечного источника, при различных метеорологических ситуациях над свободной поверхностью моря, а также влияние рельеф дна, криволинейности линии берега, стратификации температуры и изменчивости коэффициента К по глубине на картину поведения субстанции в прибрежной области [5].

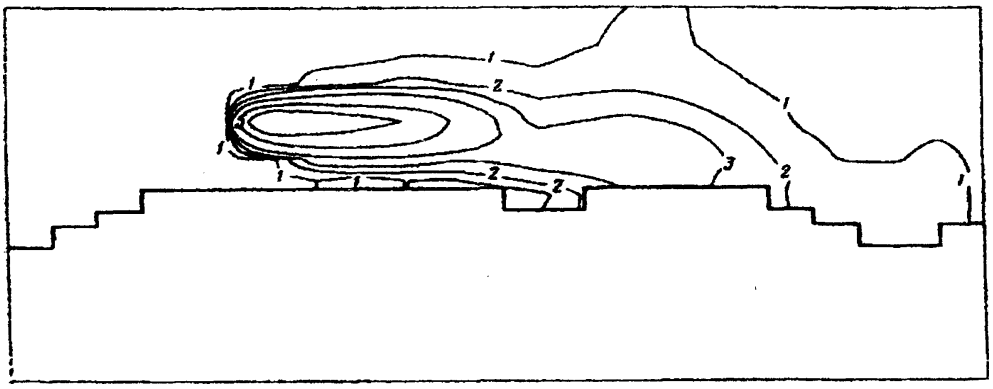


Рис. 1. Вертикальное сечение (y=2,55 км) поля концентраций примеси, проходящее через источник =41 дин/см^2 r_w = O, *T* = 16°, *$T_н$ -4°*

При расчетах использовались следующие значения параметров g=980 м/с^2, I=1.17*10^{-4}с$^{-1}$, β=1,5*10^{-4} град $^{-1}$, p=10^{-5}с$^{-1}$; Q=10^{-4}г/см^3, a_1=1, a_2=0,1, ε_1=10^{-5}, ε_2=10^{-2}. Шаг по времени в уравнениях движения и температуропроводности в расчетах принимался равным 10^7 с, а в уравнении турбулентной диффузии 1,8*10^{3}с. Во всех расчетах источник располагался на глубине 27 м расположение источника в приповерхностных водах влечет необходимость аккуратного учета слоя Экмана и коэффициента вертикальной турбулентной вязкости, что достигается сгущением сетки к свободной поверхности заменой переменных.

Численные эксперименты реализованы на компьютере. Произведены расчеты нескольких вариантов, позволяющих оценить влияние силы и направления ветра над поверхностью водоема, стратификации температуры, коэффициента вертикальной турбулентной вязкости и орографии водоема на процесс распространения загрязняющих веществ в прибрежной области.

3. Обсуждение результатов. Значения напряжения ветра и граничные условия для температуры соответствовали значениям, характерным для лето–осеннего периода. Проведенные по предложенной модели расчеты показали, что картина поведения примеси, сбрасываемой в слое Экмана, во многом определятся ветровой ситуацией над водоемом. Например, увеличение скорости ветра приводит к уменьшению концентраций загрязняющих веществ и увеличение загрязненной области, так как в этом случае возрастание скоростей течений приводит к размыванию облака примеси, (рис. 2 и 3), небольшие скорости течений могут приводить к появлению концентраций, которые превышают выпускаемую, что объясняется ограниченностью применимости линейных моделей диффузией в окрестности источника в водоемах со слабой турбулентной диффузией, так как линейные модели не учитывают добавочное разбавление примеси за счет кинетической энергии раствора. Изменение направления ветра приводит к изменению направления течений, которые в основном определяют картину поведения примеси.

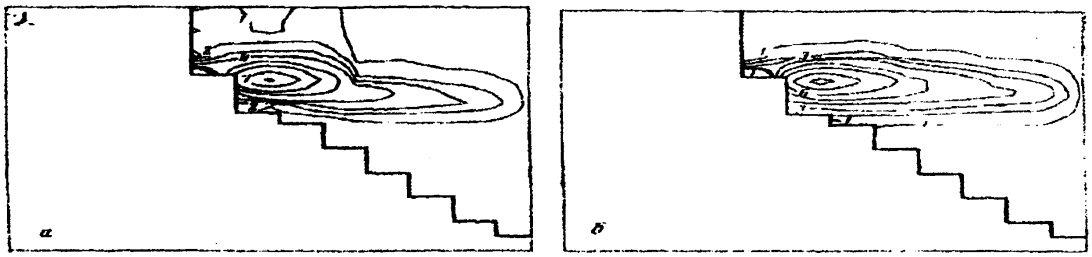


Рис. 2. Вертикальное сечение (x=2,55 км) поля концентрации примеси, проходящее через источник, *а* - **гн** = 0, г)г = -4 дин/см^2, *Т* = 6°, $T_н$ = 4°; *6* - **r,w = 0,** m_{y2} - -4 дин/см^2, Г = *6°*, $T_н$ = *4°*; коэффициент вертикальной турбулентной вязкости *К = const*

Ведущим фактором, определяющим поведение примеси по вертикали вблизи берега, являются вертикальные скорости присклоновых циркуляции, вызванные сгоннонагонными явлениями достигающие в расчетах значений 10^{-2}см/с. Проведенные в глубоких водоемах эксперименты для оценки вертикальных присклоновых циркуляции и вертикального водообмена хорошо согласуются с проведенными расчетами. На распространение примеси по вертикали также оказывает влияние и коэффициент вертикальной турбулентности диффузии, вычислением которого при расчетах в прибрежной зоне водоемов пренебрегать не следует, поскольку от него зависит вся гидротермодинамика водоема и, следовательно, картина распространения примеси. На рисунке 4 приведены результаты расчетов, показывающие влияние этого эффекта, причем постоянное значение коэффициента турбулентной вязкости принималось равным $\frac{1}{H}\int_0^H kd$ =где значения К брались из варианта рисунка 4а.

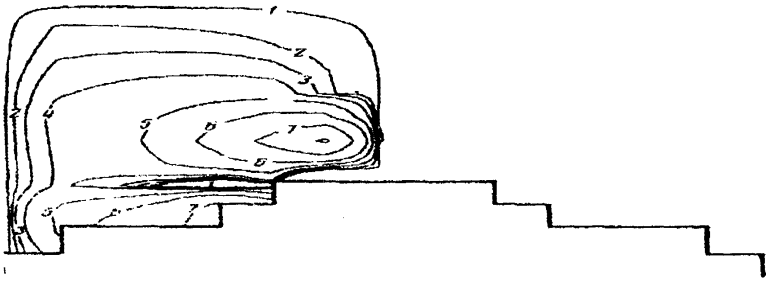


Рис. 3. Горизонтальное сечение *(г)* = 0,3) поля концентраций примеси, проходящий через источник. $m_{x,,}$ - 0, г = -4 дин/см^2, Г = *6°*, $T_н$ - *4°*

При расчетах задач распространения загрязняющих веществ вблизи берега необходимо учитывать рельеф дна и криволинейность береговой линии. Учет этих факторов приводит к появлению в прибрежной зоне горизонтальных и вертикальных локальных циркуляции, полученных в нашей модели. Наличие этих локальных циркуляции влияет на общую картину распространения примеси. Результат расчетов, приведенные на рисунках 5 и 6, дают представление о влиянии орографии водоема на распространение примеси в прибрежной зоне.

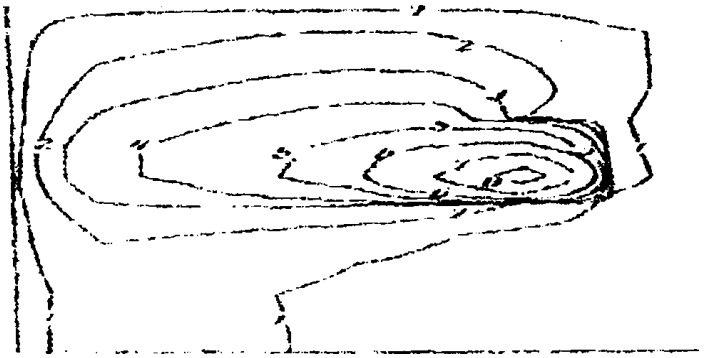


Рис. 4. Горизонтальное сечение *{*!* = 0,3) поля концентраций примеси, проходящий через источник, - 0, $г_{>7}$ = -4 дин/см^2, *Т* -6 ° $_9T_H$ = *4°*.

Дно водоема постоянная и линия берега прямая.

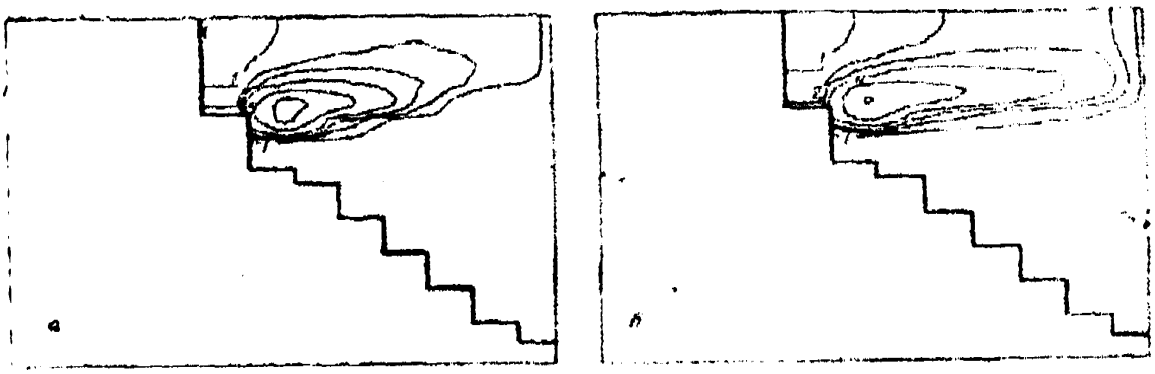


Рис. 5. Вертикальное сечение (x=2,975 км) полей концентраций примеси:
а) расчет по методу вложенных сеток, T_a = ~1, дин/см^2 = 0, T = 16°, $T_н$ - 4°;
Б) расчет по схеме направленных разностей, г,, = -I, дин/см^2 m_{y2}=*0*,T-16°, $T_н$ — *4*°

Выводы

Проведенные в глубоких водоемах эксперименты для оценки вертикальных присклоновых циркуляции и вертикального водообмена хорошо согласуются с проведенными расчетами. На распространение примеси по вертикали также оказывает влияние и коэффициент вертикальной турбулентности диффузии, вычислением которого при расчетах в прибрежной зоне водоемов пренебрегать не следует, поскольку от него зависит вся гидротермодинамика водоема и, следовательно, картина распространения примеси.

Достоинством предлагаемой модели является возможность вычисления концентраций примеси со вторым порядком аппроксимации по пространственным переменным.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Айдосов А., Заурбеков Н.С. Теоретические основы прогнозирования природных процессов и экологической обстановки окружающей среды. Книга 3. Теоретические основы прогнозирования атмосферных процессов, экологической обстановки окружающей среды и построение геоэкологической карты на примере КНГКМ – Алматы: Қазақ университеті, 2000. (монография). – 219 с.

[2] Айдосов А., Айдосов Г.А., Заурбеков Н.С. Модели экологической обстановки окружающей среды при реальных атмосферных процессах - Алматы, 2010 (монография). – 368 с.

[3] А.Айдосов , Н.С.Заурбеков. Модели и методы оценки влияния вредных веществ на компоненты природных сред - Монография /Алматы, 2016. - 252 с.

[4] А.Айдосов, ГА.Айдосов. Теория и методы прогноза влияния загрязнения компонентов природных сред на здоровье человека - Алматы, 2018 (монография) - 500 с.

[5] Водные ресурсы Казахстана (современное состояние) / Смоляр В.А. и др. Справочник – Алматы, НИЦ «Ғылым», 2002. – 596 с.

Айдосов А., Заурбеков Н.С., Урмашев Б.А., Заурбекова Г.Н., Кзылбаев М.С.

Күрделі жағалы және рельефті су қоймасында қоспалардың таралуы үрдісін моделдеу

Түйіндеме. Жұмыста қисық жағалы және күрделі рельефті су қоймасында өндірістік зиянды қоспалардың таралу үрдісін математикалық модельдеу және оны адаптациялау, тиімді алгоритм құру және осы сұлбаны сандық есептеу мүмкіндіктері қарастырылған. Таңдалған математикалық модельдер қоршаған орта қасиеттерін, ластануы мен оған түсетін антропогендік қысымдарды толық қамтитын, кең үлгідегі есептерді шешуге бағытталған болуы тиіс. Біз ұсынып отырған сандық алгоритм осы аталған шарттарға толық жауап береді және іске асыра алатын алгоритмдерден құрылған. Сандық есептеу су қоймасының рельефі күрделілігін және жағажайдың қисықсызықтылығын ескере отырып жүргізіледі. Ұсынылып отырған модельдің ең ұтымды тұсы – кеңістіктік айнымалы үшін екінші дәрежелі аппроксимации құра отырып қоспалар концентрациясын есептей алуы. Есептеу нәтижелері терең су қоймаларында жүргізілген тік су айналымы мен тік циркуляциялық айналымдарда жүргізілген эксперимент нәтижелерімен сәйкес келеді. Жұмыста сондай ақ қоспаның таралуына тік турбулентті диффузия коэффициентін есептеу мүмкіндіктері қарастырылған, ал су қоймасы гидротермодинамикасы осы көрсеткішке тығыз байланысты, сондықтан оны қарастырмау қоспалар таралу бейнесі дәлдігіне елеулі кері әсерін тигізер еді.

Түйін сөздер: математикалық модель, қоспалардың көбеюі, күрделі рельеф.

Aidossov A., Zaurbekov N. S., Urmashev B.A., Zaurbekova G. N., Kzylbaev M. S.

Process simulation of impurities expansion with complex bottom topography and the reservoir shores

Summary. A mathematical model adaptation of the process of pollutants distribution in the water environment with a complex topography and a curved shore line, the development of an optimal algorithm and the numerical implementation of these schemes are described in the work. The selected mathematical models should be focused on settlement of the vast range of difficulties arising in the assessment of anthropogenic pressure on the environment through the properties of the examined object and pollution. The proposed numerical algorithm meets all these requirements and has practically implemented algorithms. Numerical calculations were carried out in an area with complex bottom topography and a curved line of the shore. The advantage of the proposed model is the ability to calculate the impurity concentrations with the second approximation order by spatial variables. The experiments carried out in the deep water bodies to assess the vertical slope circulation and vertical water exchange is closely matches with the calculations. The vertical distribution of the impurity is also influenced by the coefficient of vertical turbulence of diffusion, the calculation of which should not be neglected in the coastal zone of water bodies, since all the hydrothermodynamics of the reservoir depends on it and, consequently, the scene of the impurity distribution.

Key words: mathematical model, impurity expansion, complex topography.

УДК 681 5 9 7558

M.A. Beisenbi, S.A. Kaliyeva, D.K. Satybaldina, N.M. Kissikova

SYNTHESIS OF THE CONTROL SYSTEM WITH M-INPUTS AND N-OUTPUTS ALONG THE STATE VECTOR OF THE OBJECT BY THE GRADIENT-VELOCITY METHOD OF LYAPUNOV'S VECTOR-VALUED FUNCTIONS

Abstract. A method is proposed for synthesizing control systems with m-inputs and n-outputs along the state vector of the object by the gradient-velocity method of Lyapunov's vector-valued functions. Gradient-velocity method of Lyapunov's vector-valued functions solved the problem of synthesis of automatic control systems with m-inputs and n-outputs along the state vector of the object directly on the elements of the matrix of the closed system. The objective of the synthesis of a regulator is considered as an approach to determine the region of variation of the regulator parameters that provides specified (desired) transient characteristics to a closed system. The main provisions of Lyapunov's theorem on asymptotic stability and the concept of stability of dynamical systems are used.

Keywords: control system, regulator synthesis, m-inputs and n-outputs system, gradient-velocity method, Lyapunov's vector-valued functions.

М.А. Бейсенби, С.А. Калиева, Д.К. Сатыбалдина, Н.М. Кисикова
(Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,
Астана, Республика Казахстан, e-mail: s.kaliyeva@mail.ru)

СИНТЕЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С М-ВХОДАМИ И N-ВЫХОДАМИ ПО ВЕКТОРУ СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТА ГРАДИЕНТНО-СКОРОСТНЫМ МЕТОДОМ ВЕКТОР-ФУНКЦИЙ ЛЯПУНОВА

Аннотация. Предлагается метод синтеза систем управления с m-входами и n-выходами по вектору состояния объекта градиентно-скоростным методом вектор-функций Ляпунова. Градиентно-скоростным методом вектор-функций Ляпунова решена задача синтеза систем автоматического управления с m-входами и n-выходами по вектору состояния объекта непосредственно по элементам матрицы замкнутой системы. Задача синтеза регулятора рассматривается как подход к определению области изменения параметров регулятора, обеспечивающего заданные (желаемые) переходные характеристики замкнутой системы. Используются основные положения теоремы Ляпунова об асимптотической устойчивости и понятия устойчивости динамических систем.

Ключевые слова: система управления, синтез регулятора, система с m-входами и n-выходами, градиентно-скоростной метод, вектор-функция Ляпунова.

Системы автоматического управления широко применяются практически во всех сферах производства и техники: в машиностроении, энергетике, электронной, химической, биологической, металлургической и текстильной промышленности, транспорте, робототехнике, авиации, космических системах, высокоточной военной технике и технологии и т.д.

Поэтому одной из актуальных проблем для теории и практики управления динамическими объектами является разработка методов исследования робастной устойчивости и синтез систем управления многомерными объектами.

Известные [1,2,3,4,5] методы модального управления по вектору состояния базируются на предварительном приведении матрицы объекта к блочно-диагональной форме. При этом столбцы неособой матрицы канонического преобразования определяются собственными векторами матрицы объекта управления, правила и сложные и неоднозначные алгоритмы вычисления изложены, например, в [6,7,8]. Также требуется вычисление корней характеристического многочлена системы с модальным регулятором высокой степени [6,8].

Предлагается метод синтеза систем автоматического управления m-входами и n-выходами по вектору состояния объекта градиентно-скоростным методом вектор-функций Ляпунова [9,10,11,12]. Исследование робастной устойчивости систем автоматического управления основан на построении вектор-функций А.М.Ляпунова [13] и градиентности динамических систем управления [14,15]. Используются основные положения теоремы Ляпунова об асимптотической устойчивости и понятия устойчивости динамических систем [16,17,18].

Решение задачи синтеза регулятора по вектору состояния объекта производится непосредственно по элементам матрицы замкнутой системы управления, градиентно-скоростной метод вектор-функций Ляпунова позволяет рассматривать задачу синтеза регулятора как подход к определению области изменения параметров регулятора, обеспечивающего заданные (желаемые) переходные характеристики замкнутой системы.

Пусть вектор состояния объекта управления измеряются полностью и система управляема полностью. Рассмотрим систему управления с m-входами и с n-выходами MIMO – систему.

Динамика стационарной линейной системы управления описывается уравнением полностью управляемого объекта:

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t), \tag{1}$$

Вектор состояния x(t) системы (1) считаем доступным измерению. Рассмотрим закон управления вида

$$u = -Kx, \tag{2}$$

где K-подлежащая определению n×m – матрица коэффициентов регулятора. Замкнутая система объект-регулятор описывается уравнением

$$\dot{x} = (A - BK)x, \tag{3}$$

где

$$A = \begin{Vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13}, & \ldots, & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23}, & \ldots, & a_{2n} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3}, & \ldots, & a_{nn} \end{Vmatrix}, \; B = \begin{Vmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13}, & \ldots, & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23}, & \ldots, & b_{2n} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ b_{n1} & b_{n2} & b_{n3}, & \ldots, & b_{nn} \end{Vmatrix}$$

$$K = \begin{Vmatrix} k_{11} & k_{12} & k_{13}, & \ldots, & k_{1n} \\ k_{21} & k_{22} & k_{23}, & \ldots, & k_{2n} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ k_{n1} & k_{n2} & k_{n3}, & \ldots, & k_{nn} \end{Vmatrix}, \; x = \begin{Vmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{Vmatrix}$$

$$BK = \begin{Vmatrix} \sum_{i=1}^{m} b_{1i}k_{i1} \sum_{i=1}^{m} b_{1i}k_{i2} \sum_{i=1}^{m} b_{1i}k_{i3}, \ldots, \sum_{i=1}^{m} b_{1i}k_{in} \\ \sum_{i=1}^{m} b_{2i}k_{i1} \sum_{i=1}^{m} b_{2i}k_{i2} \sum_{i=1}^{m} b_{2i}k_{i3}, \ldots, \sum_{i=1}^{m} b_{2i}k_{in} \\ \ldots \\ \sum_{i=1}^{m} b_{ni}k_{i1} \sum_{i=1}^{m} b_{ni}k_{i2} \sum_{i=1}^{m} b_{ni}k_{i3}, \ldots, \sum_{i=1}^{m} b_{ni}k_{in} \end{Vmatrix}$$

Уравнения (3) в развернутой форме представляется в виде:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = (a_{11} - \sum_{i=1}^{m} b_{1i}k_{i1})x_1 + (a_{12} - \sum_{i=1}^{m} b_{1i}k_{i2})x_2 + (a_{13} - \sum_{i=1}^{m} b_{1i}k_{i3})x_3 +, \ldots, (a_{1n} - \sum_{i=1}^{m} b_{1i}k_{in})x_n \\ \dot{x}_2 = (a_{21} - \sum_{i=1}^{m} b_{2i}k_{i1})x_1 + (a_{22} - \sum_{i=1}^{m} b_{2i}k_{i2})x_2 + (a_{23} - \sum_{i=1}^{m} b_{2i}k_{i3})x_3 +, \ldots, (a_{2n} - \sum_{i=1}^{m} b_{2i}k_{in})x_n \\ \ldots \quad \ldots \quad \ldots\ldots \quad \ldots \quad \ldots\ldots \quad \ldots \\ \dot{x}_1 = (a_{n1} - \sum_{i=1}^{m} b_{ni}k_{i1})x_1 + (a_{n2} - \sum_{i=1}^{m} b_{ni}k_{i2})x_2 + (a_{n3} - \sum_{i=1}^{m} b_{ni}k_{i3})x_3 +, \ldots, (a_{nn} - \sum_{i=1}^{m} b_{ni}k_{in})x_n \end{cases} \tag{4}$$

Находим условие робастной асимптотической устойчивости системы (4) градиентно- скоростным методом вектор-функции Ляпунова [9,10,12]. Для этого из (4) находим компоненты вектора градиента вектор функции Ляпунова $V(x) = (V_1(x), V_2(x), \ldots, V_n(x))$ [9].

$$\begin{cases} \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_1} = -(a_{11} - \sum_{i=1}^{m} b_{1i}k_{i1})x_1, \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_2} = -(a_{12} - \sum_{i=1}^{m} b_{1i}k_{i2})x_2, \ldots, \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_n} = -(a_{1n} - \sum_{i=1}^{m} b_{1i}k_{in})x_n \\ \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_1} = -(a_{21} - \sum_{i=1}^{m} b_{2i}k_{i1})x_1, \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_2} = -(a_{22} - \sum_{i=1}^{m} b_{2i}k_{i2})x_2, \ldots, \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_n} = -(a_{2n} - \sum_{i=1}^{m} b_{2i}k_{in})x_n \\ \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \\ \frac{\partial V_n(x)}{\partial x_1} = -(a_{n1} - \sum_{i=1}^{m} b_{ni}k_{i1})x_1, \frac{\partial V_n(x)}{\partial x_2} = -(a_{n2} - \sum_{i=1}^{m} b_{ni}k_{i2})x_2, \ldots, \frac{\partial V_n(x)}{\partial x_n} = -(a_{nn} - \sum_{i=1}^{m} b_{ni}k_{in})x_n \end{cases} \quad (5)$$

Из (4) находим разложение вектора скоростей по координатам $(x_1, \ldots, x_n)$ [9]:

$$\begin{cases} \left(\frac{dx_1}{dt}\right)_{x_1} = (a_{11} - \sum_{i=1}^{m} b_{1i}k_{i1})x_1, \left(\frac{dx_1}{dt}\right)_{x_2} = (a_{12} - \sum_{i=1}^{m} b_{1i}k_{i2})x_2, \ldots, \left(\frac{dx_1}{dt}\right)_{x_n} = (a_{1n} - \sum_{i=1}^{m} b_{1i}k_{in})x_n, \\ \left(\frac{dx_2}{dt}\right)_{x_1} = (a_{21} - \sum_{i=1}^{m} b_{2i}k_{i1})x_1, \left(\frac{dx_2}{dt}\right)_{x_2} = (a_{22} - \sum_{i=1}^{m} b_{2i}k_{i2})x_2, \ldots, \left(\frac{dx_2}{dt}\right)_{x_n} = (a_{2n} - \sum_{i=1}^{m} b_{2i}k_{in})x_n, \\ \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \\ \left(\frac{dx_1}{dt}\right)_{x_1} = (a_{n1} - \sum_{i=1}^{m} b_{ni}k_{i1})x_1, \left(\frac{dx_n}{dt}\right)_{x_2} = (a_{n2} - \sum_{i=1}^{m} b_{ni}k_{i2})x_2, \ldots, \left(\frac{dx_n}{dt}\right)_{x_n} = (a_{nn} - \sum_{i=1}^{m} b_{ni}k_{in})x_n, \end{cases} \quad (6)$$

Полная производная по времени от вектор-функции Ляпунова определяется как скалярное произведение вектора градиента (5) на вектор скорости (6):

$$\begin{aligned} \frac{dV(x)}{dt} = \sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{n} \frac{\partial V_i(x)}{\partial x_k}\left(\frac{dx_i}{dt}\right)_{x_k} = -\left(a_{11} - \sum_{i=1}^{m} b_{1i}k_{i1}\right)^2 x_1^2 - \left(a_{12} - \sum_{i=1}^{m} b_{1i}k_{i2}\right)^2 x_2^2 -, \\ \ldots, -\left(a_{1n} - \sum_{i=1}^{m} b_{1i}k_{in}\right)^2 x_n^2 -, \ldots, -\left(a_{n1} - \sum_{i=1}^{m} b_{ni}k_{i1}\right)^2 x_1^2 - \left(a_{n2} - \sum_{i=1}^{m} b_{ni}k_{i2}\right)^2 x_2^2 -, \ldots, -\left(a_{nn} - \sum_{i=1}^{m} b_{ni}k_{in}\right)^2 x_n^2 \end{aligned} . \quad (7)$$

Полная производная вектор-функций Ляпунова (7) является гарантированно знакоотрицательной функцией.

Функцию Ляпунова из (5) можем представить в виде:

$$\begin{aligned} V(x) = \frac{1}{2}\left(\sum_{i=1}^{m} b_{1i}k_{i1} - a_{11} + \sum_{i=1}^{m} b_{2i}k_{i1} - a_{21} +, \ldots, + \sum_{i=1}^{m} b_{ni}k_{i1} - a_{n1}\right)x_1^2 + \\ + \frac{1}{2}\left(\sum_{i=1}^{m} b_{1i}k_{i2} - a_{12} + \sum_{i=1}^{m} b_{2i}k_{i2} - a_{22} +, \ldots, + \sum_{i=1}^{m} b_{ni}k_{i2} - a_{n2}\right)x_2^2 + \\ , \ldots, + \frac{1}{2}\left(\sum_{i=1}^{m} b_{1i}k_{in} - a_{1n} + \sum_{i=1}^{m} b_{2i}k_{in} - a_{2n} +, \ldots, + \sum_{i=1}^{m} b_{ni}k_{in} - a_{nn}\right)x_n^2 \end{aligned} \quad (8)$$

Положительная определенность функций Ляпунова определяются из условий

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{m} b_{1i}k_{i1} - a_{11} + \sum_{i=1}^{m} b_{2i}k_{i1} - a_{21} +, \ldots, + \sum_{i=1}^{m} b_{ni}k_{i1} - a_{n1} > 0 \\ \sum_{i=1}^{m} b_{1i}k_{i2} - a_{12} + \sum_{i=1}^{m} b_{2i}k_{i2} - a_{22} +, \ldots, + \sum_{i=1}^{m} b_{ni}k_{i2} - a_{n2} > 0 \\ \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \\ \sum_{i=1}^{m} b_{1i}k_{in} - a_{1n} + \sum_{i=1}^{m} b_{2i}k_{in} - a_{2n} +, \ldots, + \sum_{i=1}^{m} b_{ni}k_{in} - a_{nn} > 0 \end{cases} \quad (9)$$

Условие (9) дает непосредственно робастную устойчивость системы управления по вектору состояния.

Пусть имеем замкнутую систему управления желаемыми переходными процессами с m входами и с n- выходами с матрицей

$$C_3 = \begin{Vmatrix} -d_{11} & -d_{12} & -d_{13}, & \ldots, & -d_{1n} \\ -d_{21} & -d_{22} & -d_{23}, & \ldots, & -d_{2n} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ -d_{n1} & -d_{n2} & -d_{n3}, & \ldots, & -d_{nn} \end{Vmatrix}.$$

Ставится задача определения коэффициента регулятора (элементов матрицы К) так, что элементы матрицы замкнутой системы имели заданные значения $d_{ij}(i=1,\ldots,n; j=1,\ldots,n)$.

Исследуем устойчивость системы с заданными значениями коэффициентов $d_{ij}(i=1,\ldots,n; j=1,\ldots,n)$ градиентно-скоростным методом вектор- функций Ляпунова [9].

Для системы с заданными параметрами записываем уравнения состояния в развернутой форме:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = -d_{11}x_1 - d_{12}x_2 - d_{13}x_3 -,\ldots,-d_{1n}x_n \\ \dot{x}_2 = -d_{21}x_1 - d_{22}x_2 - d_{23}x_3 -,\ldots,-d_{2n}x_n \\ \ldots \qquad \ldots \qquad \ldots \\ \dot{x}_n = -d_{n1}x_1 - d_{n2}x_2 - d_{n3}x_3 -,\ldots,-d_{nn}x_n \end{cases} \tag{10}$$

Из (10) находим компоненты вектора градиента вектор-функции Ляпунова $V(x) = (V_1(x),\ldots,V_n(x))$:

$$\begin{cases} \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_1} = d_{11}x_1, \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_2} = d_{12}x_2, \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_3} = d_{13}x_3,\ldots, \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_n} = d_{1n}x_n \\ \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_1} = d_{21}x_1, \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_2} = d_{22}x_2, \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_3} = d_{23}x_3,\ldots, \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_n} = d_{2n}x_n \\ \ldots \qquad \ldots \qquad \ldots\ldots \qquad \ldots \qquad \ldots \\ \frac{\partial V_n(x)}{\partial x_1} = d_{n1}x_1, \frac{\partial V_n(x)}{\partial x_2} = d_{n2}x_2, \frac{\partial V_n(x)}{\partial x_3} = d_{n3}x_3,\ldots, \frac{\partial V_n(x)}{\partial x_n} = d_{nn}x_n \end{cases}. \tag{11}$$

Из (10) также находим разложение вектора скорости по координатам:

$$\begin{cases} \left(\frac{dx_1}{dt}\right)_{x_1} = -d_{11}x_1, \left(\frac{dx_1}{dt}\right)_{x_2} = -d_{12}x_2, \left(\frac{dx_1}{dt}\right)_{x_3} = -d_{13}x_3,\ldots, \left(\frac{dx_1}{dt}\right)_{x_n} = -d_{1n}x_n \\ \left(\frac{dx_2}{dt}\right)_{x_1} = -d_{21}x_1, \left(\frac{dx_2}{dt}\right)_{x_2} = -d_{22}x_2, \left(\frac{dx_2}{dt}\right)_{x_3} = -d_{23}x_3,\ldots, \left(\frac{dx_2}{dt}\right)_{x_n} = -d_{2n}x_n \\ \ldots \qquad \ldots \qquad \ldots\ldots \qquad \ldots \qquad \ldots \\ \left(\frac{dx_n}{dt}\right)_{x_1} = -d_{n1}x_1, \left(\frac{dx_n}{dt}\right)_{x_2} = -d_{n2}x_2, \left(\frac{dx_n}{dt}\right)_{x_3} = -d_{n3}x_3,\ldots, \left(\frac{dx_n}{dt}\right)_{x_n} = -d_{nn}x_n \end{cases}. \tag{12}$$

Полная производная от вектор-функций Ляпунова по времени с учетом (11) и (12) определяется выражением

$$\begin{aligned} \frac{dV(x)}{dt} &= -d_{11}^2x_1^2 - d_{12}^2x_2^2 - d_{13}^2x_3^2 -,\ldots,-d_{1n}^2x_n^2 - d_{21}^2x_1^2 - d_{22}^2x_2^2 - d_{23}^2x_3^2 -, \\ &\ldots,-d_{2n}^2x_n^2 -,\ldots,-d_{n1}^2x_1^2 - d_{n2}^2x_2^2 - d_{n3}^2x_3^2 -,\ldots,-d_{nm}^2x_n^2. \end{aligned} \tag{13}$$

Из (13) следует, что полная производная по времени от вектор- функции Ляпунова являются знакоотрицательной функций.

Из (13) вектор-функций Ляпунова можем представить в скалярном виде:

$$V(x)=\frac{1}{2}(d_{11}+d_{21}+,\ldots,+d_{n1})x_1^2+\frac{1}{2}(d_{12}+d_{22}+,\ldots,+d_{n2})x_2^2+,\ldots,+$$
$$+\frac{1}{2}(d_{1n}+d_{2n}+,\ldots,+d_{nn})x_n^2. \qquad (15)$$

Условия существования вектор-функции Ляпунова для системы (10) задаются системой неравенств:

$$\begin{cases} d_{11}+d_{21}+,\ldots,+d_{n1}>0 \\ d_{12}+d_{22},\ldots,+d_{n2}>0 \\ \ldots \\ d_{1n}+d_{2n}+,\ldots,+d_{nn}>0 \end{cases}.$$

Чтобы система (4) имела заданные свойства можем приравнять неравенства (9) и (15) и оттуда можем найти требуемые значения коэффициентов матрицы K:

$$\begin{cases} -a_{11}+\sum_{i=1}^{m}b_{1i}k_{i1}-a_{21}+\sum_{i=1}^{m}b_{2i}k_{i1}-,\ldots,-a_{n1}+\sum_{i=1}^{m}b_{ni}k_{i1}=d_{11}+d_{21}+,\ldots,+d_{n1}, \\ -a_{12}+\sum_{i=1}^{m}b_{1i}k_{i2}-a_{22}+\sum_{i=1}^{m}b_{2i}k_{i2}-,\cdots,-a_{n2}+\sum_{i=1}^{m}b_{ni}k_{i2}=d_{12}+d_{22}+,\ldots,+d_{n2}, \\ \ldots \qquad \ldots \qquad \ldots\ldots \qquad \ldots \\ -a_{1n}+\sum_{i=1}^{m}b_{1i}k_{in}-a_{2n}+\sum_{i=1}^{m}b_{2i}k_{in}-,\ldots,-a_{nn}+\sum_{i=1}^{m}b_{ni}k_{in}=d_{1n}+d_{2n}+,\ldots,+d_{nn}, \end{cases} \qquad (16)$$

Сравнивая по элементно в системе (10) получим :

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{m}b_{1i}k_{i1}-d_{11}+a_{11}=0 \\ \sum_{i=1}^{m}b_{2i}k_{i1}-d_{21}+a_{21}=0 \\ \ldots \qquad \ldots \\ \sum_{i=1}^{m}b_{ni}k_{i1}-d_{n1}+a_{n1}=0 \end{cases} \qquad (17)$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{m}b_{1i}k_{i2}-d_{12}+a_{12}=0 \\ \sum_{i=1}^{m}b_{2i}k_{i2}-d_{22}+a_{22}=0 \\ \ldots \qquad \ldots \\ \sum_{i=1}^{m}b_{ni}k_{i2}-d_{n2}+a_{n2}=0 \end{cases} \qquad (18)$$

$$\vdots$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{m}b_{1i}k_{in}-d_{1n}+a_{1n}=0 \\ \sum_{i=1}^{m}b_{2i}k_{in}-d_{2n}+a_{2n}=0 \\ \ldots \qquad \ldots \\ \sum_{i=1}^{m}b_{ni}k_{in}-d_{nn}+a_{nn}=0 \end{cases} \qquad (19)$$

Из этой n – системы алгебраических уравнений можно найти значение n^2 элементов матрицы $k(k_{ij}, i=1,\ldots,n; j=1,\ldots,n)$.

Вывод. Известные методы синтеза замкнутых систем управления с регулятором, использующим вектор состояния объекта, основаны на модальном управлении. Обычно требуются прямые и обратные канонические преобразования и сложные неоднозначные вычисления корней характеристического уравнения замкнутой системы. При этом матрица объекта преобразуется к блочно-диагональной форме, с помощью неособой матрицы, столбцы которой определяются собственными векторами матрицы объекта.

Градиентно-скоростной метод вектор-функций Ляпунова позволяет решить задачу синтеза систем автоматического управления с m-входами и n-выходами по вектору состояния объекта непосредственно по элементам матрицы замкнутой системы. Таким образом предлагается подход к определению области изменения параметров регулятора и объекта, обеспечивающего заданные (желаемые) переходные характеристики замкнутой системе.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Андриевский Б.Р., Фрадков А.А. Избранные главы теории автоматического управления с примерами на языке MATLAB-СПб.:Наука, 2000. 475 с.

[2] Квакернаак Х., Сиван Р. Линейные оптимальные системы управления. М.:Мир,1986. 650 с.

[3] Андреев Ю.Н. Управление конечномерными линейными объектами. М.:Наука, 1976. 427 с.

[4] Рей У. Методы управления технологическими процессами. М.:Мир, 1983. 638 с.

[5] Кухаренко Н.В. Синтез модальных регуляторов при неполной управляемости объектов.//Известия Академии наук. Российская академия наук. Техническая кибернетика. 1992. №3.

[6] Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. М.: Наука.1967. 576 с.

[7] Стрейц В. Метод пространства состояний в теории дискретных линейных систем управления// Пер с анг.М.:Наука, 1985.

[8] Стренг Г. Линейная алгебра и её применения.М.:Мир, 1980. 454 с.

[9] Бейсенби М.А. Исследование робастной устойчивости систем автоматического управления методом функции А.М.Ляпунова. - Астана, 2015-204 с.

[10] Beisenbi M., Uskenbayeva G. The New Approach of Design Robust Stability for Linear Control System. Proc.of the Intl.Conf.on Advances in Electronics and Electrical Technology-AEET 2014, pp.11-18. 2014

[11] Beisenbi M., Yermekbayeva J. Construction of Lyapunov function to examine Robust Stability for Linear System. International Journal of Control, Energy and Electrical Engineering (CEEE), V(1) pp. 17-22. Publisher Copyright - IPCO-2014.

[12] Beisenbi M., Uskenbayeva G., Satybaldina D., Martsenyuk V., Shaikhanova A. Robust stability of spacecraft traffic control system using Lyapunov functions. 16th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS), IEEE 2016, pp. 743-748.

[13] Воронов А.А., Матросов В.М. Метод векторных функций Ляпунова в теории устойчивости - М.: Наука, 1987 - 252 с.

[14] Гилмор Р. Прикладная теория катастроф. В 2-х томах. Т.1.-М.:Мир, 1984.

[15] Постоп Т., Стюарт И. Теория катастроф и ее приложения.- М.:Наука, 2001, №6.

[16] Малкин И.Г. Теория устойчивости движения М.: Наука, 1966.534 с.

[17] Барбашин Е.А. Введение в теорию устойчивости - М.:Наука, 1967-225 с.

[18] Воронов А.А. Устойчивость, управляемость, наблюдаемость. М.:Наука, 1979-336с.

Бейсенби М.А., Калиева С.А., Сатыбалдина Д.К., Кисикова Н.М.

Синтез системы управления с m-входами и n-выходами по вектору состояния объекта градиентно-скоростным методом вектор-функций Ляпунова

Резюме. Предлагается метод синтеза систем управления с m-входами и n-выходами по вектору состояния объекта градиентно-скоростным методом вектор-функций Ляпунова. Градиентно-скоростным методом вектор-функций Ляпунова решена задача синтеза систем автоматического управления с m-входами и n-выходами по вектору состояния объекта непосредственно по элементам матрицы замкнутой системы. Задача синтеза регулятора рассматривается как подход к определению области изменения параметров регулятора, обеспечивающего заданные (желаемые) переходные характеристики замкнутой системе. Используются основные положения теоремы Ляпунова об асимптотической устойчивости и понятия устойчивости динамических систем.

Ключевые слова: система управления, синтез регулятора, система с m-входами и n-выходами, градиентно- скоростной метод, вектор-функция Ляпунова.

Beisenbi M.A., Kaliyeva S.A., Satybaldina D.K., Kissikova N.M.

Synthesis of the control system with m-inputs and n-outputs along the state vector of the object by the gradient-velocity method of Lyapunov's vector-valued functions.

Summary. A method is proposed for synthesizing control systems with m-inputs and n-outputs along the state vector of the object by the gradient-velocity method of Lyapunov's vector-valued functions. Gradient-velocity method of Lyapunov's vector-valued functions solved the problem of synthesis of automatic control systems with m-inputs and n-outputs along the state vector of the object directly on the elements of the matrix of the closed system. The objective of the synthesis of a regulator is considered as an approach to determine the region of variation of the regulator parameters that provides specified (desired) transient characteristics to a closed system. The main provisions of Lyapunov's theorem on asymptotic stability and the concept of stability of dynamical systems are used.

Keywords: control system, regulator synthesis, m-inputs and n-outputs system, gradient-velocity method, Lyapunov's vector-valued functions.

UDC 537.311.322

K.N. Turmanova, A.S. Zhakypov, ZH.K. Tolepov,
G.A. Ismailova, O.Yu. Prikhodko
(Institute of Experimental and Theoretical Physics, KazNU. Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan
prikhodko_o@mail.ru, szhakupovalibek@gmail.com)

TECHNOLOGY OF PRODUCTION, COMPOSITION AND STRUCTURE OF NANOSIZED FILMS $Ge_2Sb_2Te_5$, MODIFIED WITH SILVER IMPURITY

Abstract. In this work nanostructured GST films of $Ge_2Sb_2Te_5$ composition modified and silver ($Ge_2Sb_2Te_5$ <Ag>) produced by ion-plasma high-frequency magnetron sputtering. Composition and structure of the films were studied by energy-dispersion analysis and Raman spectroscopy. It was found that Ag atoms in the $Ge_2Sb_2Te_5$ matrix mainly replace Te atoms when the $Ge_2Sb_2Te_5$ films are modified by silver. It is shown that the films have an amorphous structure and modification of Ge2Sb2Te5 films with an Ag does not lead to a noticeable change in the vibrational modes of the main structural units composing the matrix of $Ge_2Sb_2Te_5$ films.

Key words. nanosized $Ge_2Sb_2Te_5$ films, ion-plasma sputtering, modification, structure.

Introduction. Chalcogenide semiconductors thin films of the Ge-Sb-Te (GST) system have been intensively studied recently. This is due to their successful application in phase memory devices (Phase Change Memory or PCM), in particular, in optical disks of various formats, for example, DVD-RW, Blu-Ray, as well as with the creation of a new generation of PC-RAM random-access memory (Phase Change Random Access Memory) [1-8]. The work principle of such devices is based on ultrafast reversible phase transitions of the GST structure from amorphous to crystalline state under the action of external low-energy effects of light or an electric pulse. Improving the characteristics of materials with PM providing the maximum speed of writing and rewriting cycles of information and the lowest expenditure of energy is an important scientific and practical task [9,13].

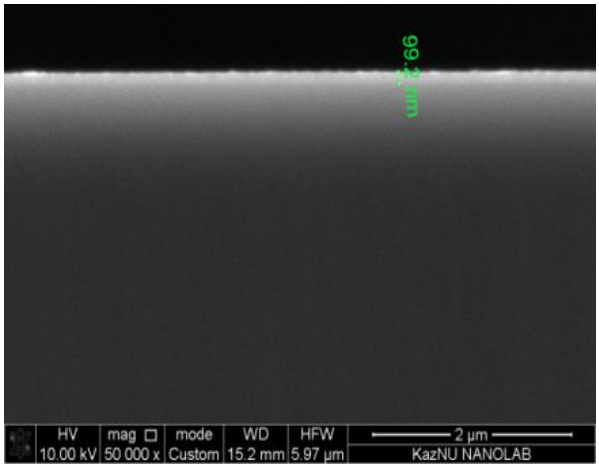
Amorphous GST films are most often obtained by different methods of thermal evaporation in a vacuum. However, ion-plasma high-frequency sputtering (HF sputtering) makes it possible to produce GST films of complex composition with an amorphous structure and the ratio of components closest to their ratio in the sputtered target. In addition, ion-plasma HF sputtering of the combined target consisting of GST and metal (HF co-sputtering) allows the purposeful modification of GST films by impurities of metals of different chemical nature [14].

In this work, producing technology of nanostructured GST films of Ge2Sb2Te5 composition modified by silver using the HF co-sputtering and the results of their composition and structure study are presented.

Films production technology. $Ge_2Sb_2Te_5$ composition films modified with silver ($Ge_2Sb_2Te_5$<Ag>) were produced by ion-plasma high-frequency (13.56 MHz) magnetron sputtering of a combined target consisting of $Ge_2Sb_2Te_5$ and Ag, in an argon atmosphere at ~ 1 Pa pressure. Targets from Ag were uniformly located on the surface of the $Ge_2Sb_2Te_5$ target in the sputtering zone. A monolithic polycrystalline $Ge_2Sb_2Te_5$ target have a 99.999% chemical purity, AciAlloys (USA), an AngstromScience-50 magnetron (USA), and a RFMN-300 RF generator (USA) were used. The purity of Ag used was not worse than 99.999%.

High-frequency discharge power was chosen in such a way that an amorphous structure of the $Ge_2Sb_2Te_5$ and $Ge_2Sb_2Te_5$<Ag> films were produced. Quartz and monocrystalline silicon were used as substrates depending on the properties studied.

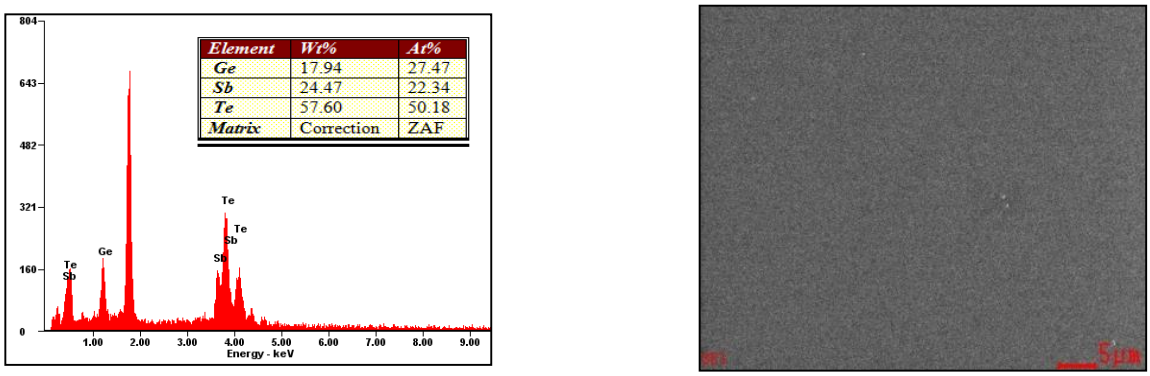
The thickness of the films was ~ 50 to 200 nm and was determined by SEM Quanta 3D 200i using scanning the c-Si/ $Ge_2Sb_2Te_5$<Ag> structure cleavage by an electron beam. Figure 1 shows as an example of the SEM image of the c-Si/structure $Ge_2Sb_2Te_5$<Ag> cleavage.



thickness of the film 98.2 nm

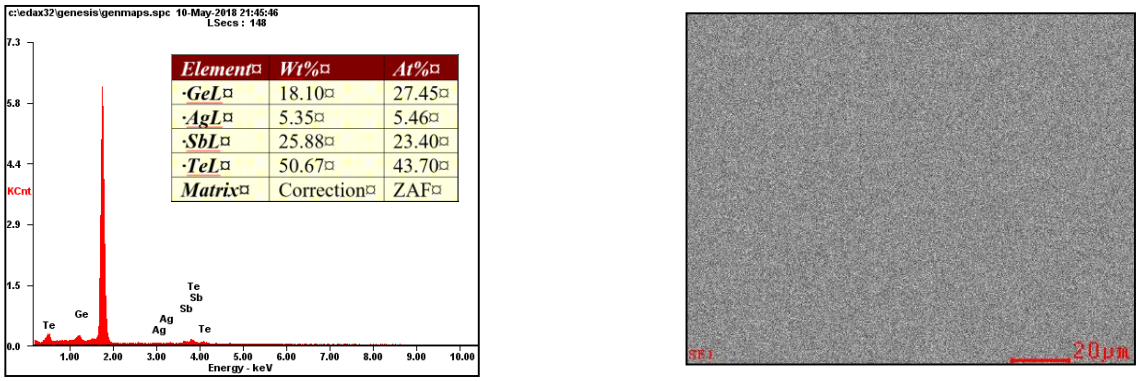
Fig. 1. SEM image of the c-Si/Ge2Sb2Te5 <Ag> cleavage

Results of experiments and their discussion. The composition of the films and their morphology were monitored by the energy-dispersion analysis (EDX) method on the SEM Quanta 3D 200i. The concentration of silver impurities in the films reached 12.3 at. %. Figures 2 - 4 show energy-dispersion spectra, composition and morphology of $Ge_2Sb_2Te_5$ and $Ge_2Sb_2Te_5$ <Ag> films. It was found that the investigated $Ge_2Sb_2Te_5$ films do not contain uncontrolled impurities and the maximum deviation of the components from the formula ratio does not exceed 5 at%. It was established from the EDX and SEM results that the $Ge_2Sb_2Te_5$ <Ag> films also do not contain other impurities, are continuous, homogeneous, and they do not exhibit micron-size defects.



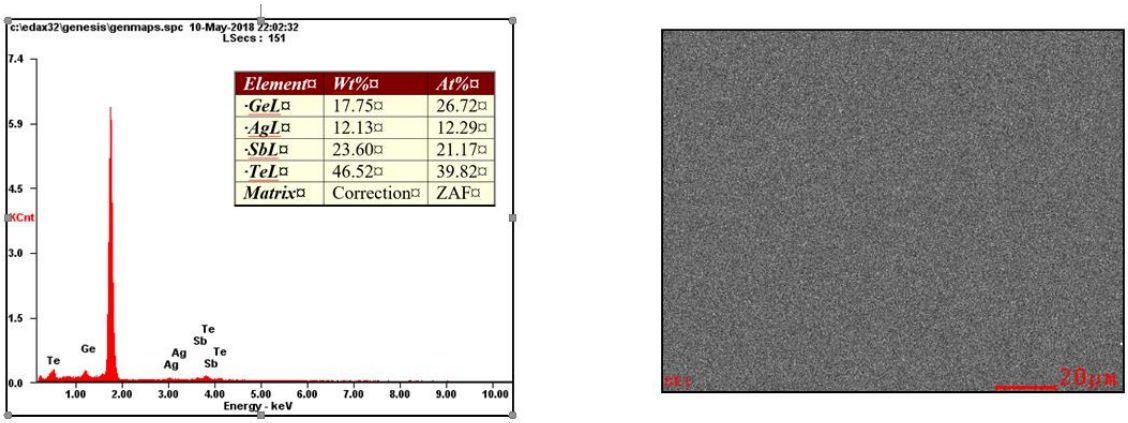
a) b)

Fig. 2. Typical energy-dispersion spectrum of characteristic radiation, chemical composition (a) and morphology (b) of the $Ge_2Sb_2Te_5$ film



a) b)

Fig. 3. Energy-dispersion spectrum, composition (a) and morphology (b) of the $Ge_2Sb_2Te_5$ <5.5 at.% Ag> films



a) b)

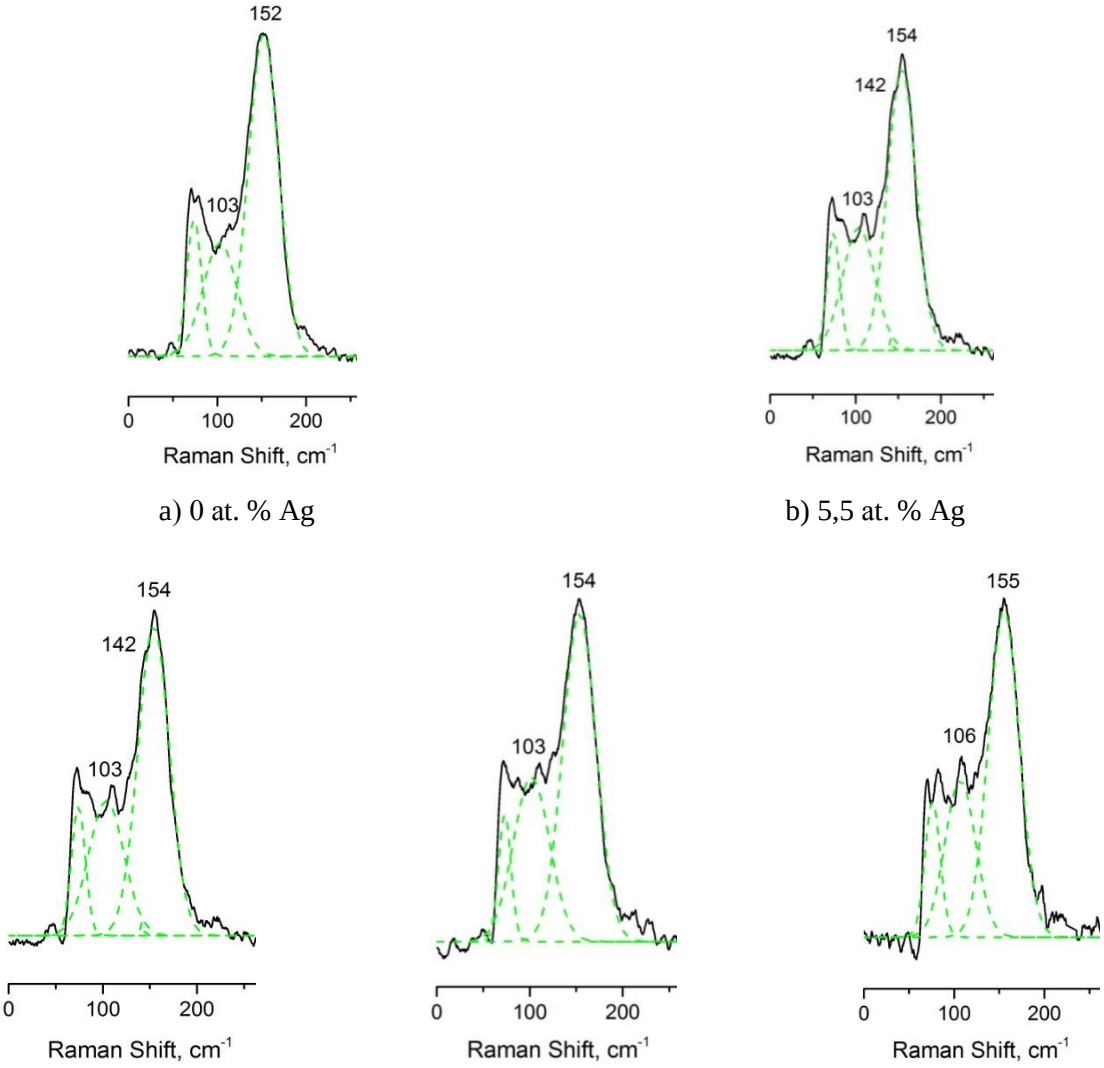
Fig. 4. Energy-dispersion spectrum, composition (a) and morphology (b) of the $Ge_2Sb_2Te_5$ <12.3 at.% Ag> films

Based on the data of elemental analysis, we can conclude that Ag atoms in the matrix of $Ge_2Sb_2Te_5$ films replace Te atoms.

The structure of the films was studied by Raman spectroscopy. The spectra were recorded on a Solver Spectrum 600/600 spectrometer in a 180 ° reflection mode. The excitation source was an He-Ne laser with a wavelength λ = 633 nm. The supplied laser radiation power and the irradiation time were minimal and amounted to 17.6 mW and 30 s, respectively. The diameter of the irradiated region on the film was ~ 2 μm. The value of the error of frequency recording was ± 1 cm^{-1}. Analysis of the spectra was carried out using the program OriginPRO 9.1. Partial smoothing of the spectra was carried out by the Savitsky-Golay method. To analyze the experimental spectra, they were decomposed into a minimum number of Gaussian components with a reliability not worse than 0.97.

Figure 5 shows the Raman spectra of the films. Analysis of the spectra shows that the Raman spectrum of unmodified $Ge_2Sb_2Te_5$ films is characterized by a main peak at 152 cm^{-1} and a small additional peak at 103 cm^{-1}. This type of spectrum corresponds to the amorphous structure of the films and is associated mainly with the vibrational modes of $GeTe_4$, $SbTe_3$ and with vibrations of the Sb-Sb bonds in the (Te_2) Sb (Te_2) complex [15].

The modification of $Ge_2Sb_2Te_5$ films with a silver impurity does not lead to a noticeable change in the position and shape of the main peak. Changes in the Raman spectra of $Ge_2Sb_2Te_5$<Ag> films with increasing Ag concentration are observed in additional peaks in the range from 80 to 100 cm^{-1}, which is apparently connected with the formation of chemical bonds between Ag and the atoms of the film matrix.



a) 0 at. % Ag b) 5,5 at. % Ag

c) 6,9 at. % Ag d) 9,1 at. % Ag e) 12,3 at. % Ag

Fig. 5. Raman spectra of the films

Conclusion. Using ion-plasma high-frequency magnetron sputtering, nanostructured GST films of $Ge_2Sb_2Te_5$ and silver modified films (Ge2Sb2Te5<Ag>) were obtained. Using energy-dispersion analysis, it was shown that Ag atoms in the matrix of $Ge_2Sb_2Te_5$ films mainly replace Te atoms.

The structure of $Ge_2Sb_2Te_5$ and $Ge_2Sb_2Te_5$ <Ag> films was studied by Raman spectroscopy at the minimum laser radiation power and the irradiation time. It is established that the films have an amorphous structure and the modification of $Ge_2Sb_2Te_5$ films with an Ag admixture does not lead to a noticeable change in the vibrational modes of the main structural units composing the matrix of $Ge_2Sb_2Te_5$ films.

REFERENCES

[1] Kolobov A.V., Fons P., Tominaga J.A. Thermal amorphization of crystallized chalcogenide glasses and phase-change alloys // Phys. Status Solidi B.-2014.-Vol 251.-P. 1297-1308.

[2] Sangeetha B.G., Joseph C.M., Suresh K. Preparation and characterization of $Ge_1Sb_2Te_4$ thin films for phase change memory applications // Microelectronic Engineering. -2014.-Vol.127.- P. 77–80.

[3] Yueqin Zh., Zhonghua Zh., Sannian S., Huaqing X., Zhitang S., Xiaoyun L., Lanlan Sh., Le L., Liangcai W., Bo L. Ni-doped GST materials for high speed phase change memory applications // MRS Bulletin. -2015. -Vol. 64.-P. 333-336.

[4] Borisenko K., Shanmugam J., Williams B., Ewart P., Gholipour B., Daniel W., Hussain H., Jávorfi T., Siligardi G., Kirkland A. Photo-induced optical activity in phase-change memory materials//Nature. -2015.- DOI: 10.1038/srep08770.

[5] Golovchak R., Choi Y., Kozyukhin S., Chigirinsky Yu., Kovalskiy A., Xiong-Skiba P., Trimble J., Pafchek R., Jain H. Oxygen incorporation into GST phase-change memory matrix// Applied Surface Science. - 2015. -Vol.332. - P.533-544.

[6] Jucheol P., Jun S. B. Effect of Ti diffusion on the microstructure of $Ge_2Sb_2Te_5$ in phase-change memory cell // Microscopy. -Tokyo, 2015. -doi: 10.1093/jmicro/dfv039.

[7] Carlos R., Stegmaier M., Hosseini P., Wang D., Scherer T., Wright D., Bhaskaran H., Pernice W. Integrated all-photonic non-volatile multi-level memory//Nature Photonics. - 2015.- DOI: 10.1038/nphoton.2015.182.

[8] Simone R., Feng X., Matthias W., Eric P. Phase change materials and phase change memory // MRS Bulletin. - 2014.- Vol.39.- P. 703-710.

[9] Raty J., Zhang W., Luckas J., Chen Ch., Mazzarello R., Bichara Ch., Wuttig M. Aging mechanisms in amorphous phase-change materials // Nat. Communications. -2015. –Vol. 6, -P. 7467-71. doi: 10.1038/ncomms8467.

[10] Bogoslovskiy N. A., Tsendin K. D. Physics of switching and memory effects in chalcogenide glassy semiconductors // Semicoductors. -2012. –Vol. 46. –P.559-590.

[11] Xia Ji-Lin, Liu Bo, Song Zhi-Tang, Feng Song-Lin, Chen Bomy. Electrical Properties of Ag-Doped $Ge_2Sb_2Te_5$ Films Used for Phase Change Random Access Memory // Chin. Phys. Lett. -2005. -Vol. 22, No. 4. –P. 934-937.

[12] Liangliang Cao, Xinglong Ji., Wenqing Zhu, Qiumin She, Yan Chen, Zhigao Hu, Shuang Guo, Zhitang Song, Feng Rao, Bo Qian, Liangcai Wub. Advantage of Ti-Doped $Ge_2Sb_2Te_5$ Material for Phase Change Memory Applications // Solid State Letters.- 2015. –Vol.4, No. 12. –P. 102-104.

[13] Zhu Y., Zhang Z., Song S., Xie Z., Song Z, Li Z., Shen L., Li L., Wu L., Liu B. Ni-doped GST materials for high speed phase change memory Applications//J. Materials Research Bulletin.–2015.– Vol.64. –P. 333–336.

[14] Sarsembinov Sh.S., Prikhodko O.Yu., Maltekbasov M.Zh., Ryaguzov AP, Maksimova S.Ya. Structural and impurity modification of the electronic properties of chalcogenide glassy semiconductors. - Almaty: Kazakh University (ISDN 978-601-04-1645-1), 2015. -240 p.

[15] Avachev AP, Vikhrov SP, Vishnyakov NV, Kozyukhin SA, Mitrofanov KV, Terukov EI Faprer transitions in current films of chalcogenides Ge2Sb2Te5 from data of Raman scattering of light, Fiz. -2012. -Tom 46, no. 5. - P. 609-612

This study was supported by grant program AP05133499 of Committee of Science, Ministry of Education and Science of RK

Турманова К.Н., Жакыпов А.С., Толепов Ж.К., Исмайлова Г.А., Приходько О.Ю.

Күміс қоспасымен модификацияланған $Ge_2Sb_2Te_5$ наноөлшемді қабықшаларының алу технологиясы, құрамы мен құрылымы

Түйіндеме. Бұл жұмыста ионды-плазмалы жоғары жиілікті магнетронды тозаңдату әдісінің көмегімен құрамы $Ge_2Sb_2Te_5$ және күміспен модификацияланған ($Ge_2Sb_2Te_5$<Ag>) GST наноөлшемді қабықшалар алынған. Қабықшалардың құрамы мен құрылымы энергодисперсті талдау және раман спектроскопиясы әдістерімен зерттелген. $Ge_2Sb_2Te_5$ қабықшаларын күміс қоспасымен модификациялағанда Ag атомдары $Ge_2Sb_2Te_5$ қабықшаларының матрицасында негізінен Te атомдарының орынын басатыны айқындалды. Қабықшалар аморфты құрылымға ие екені және Ag қоспасымен $Ge_2Sb_2Te_5$ қабықшаларын түрлендіру $Ge_2Sb_2Te_5$ қабықшаларының құрайтын матрицасының негізгі құрылымдық бірліктерінің тербеліс модтарына айтарлықтай өзгеріс енгізбейтіні көрсетілді.

Түйінді сөздер. $Ge_2Sb_2Te_5$ наноөлшемді қабықшалар, ионды-плазмалы тозаңдату, модификациялау, құрылым.

Турманова К.Н., Жакыпов А.С., Толепов Ж.К., Исмайлова Г.А., Приходько О.Ю.

Технология получения, состав и структура наноразмерных пленок $Ge_2Sb_2Te_5$, модифицированных примесью серебра

Резюме. В работе методом ионно-плазменного высокочастотного магнетронного распыления получены наноразмерные пленки GST состава $Ge_2Sb_2Te_5$ и пленки, модифицированные серебром ($Ge_2Sb_2Te_5$<Ag>). Методами энерго-дисперсионного анализа и рамановской спектроскопии изучены состав и структура пленок. Установлено, что при модифицировании пленок $Ge_2Sb_2Te_5$ примесью серебра атомы Ag в матрице пленок $Ge_2Sb_2Te_5$ в основном замещают атомы Te. Показано, что пленки имеют аморфную структуру и модифицирование пленок $Ge_2Sb_2Te_5$ примесью Ag не приводит к заметному изменению колебательных мод основных структурных единиц, составляющих матрицу пленок $Ge_2Sb_2Te_5$.

Ключевые слова. наноразмерные пленки $Ge_2Sb_2Te_5$, ионно-плазменное распыление, модифицирование, структура.

UDC 669.018; 621.315.392

Y.S. Mukhametkarimov, K. Dauitkhan, O.Yu. Prikhodko,
S.L. Mikhailova, S.Y. Maksimova
(NNLOT, Al-Farabi Kazakh National University
ye.mukhametkarimov@gmail.com)

TECHNOLOGY OF PRODUCING, STRUCTURE AND OPTICAL PROPERTIES OF TiO_2 AND Ag-TiO_2 THIN FILMS OBTAINED BY ION-PLASMA SPUTTERING

Abstract. Thin TiO2 films and Ag-TiO_2 film nanocomposites were obtained by ion-plasma sputtering of a titanium target and a combined titanium and silver target in argon. Raman spectroscopy showed that as-grown TiO_2 films have the anatase structure. Subsequent annealing at of 500 ºC transforms anatase structure of the TiO_2 films into rutile one. Ag-TiO_2 films structure differs from TiO_2 ones and during annealing also tends to the rutile structure. As-grown TiO_2 films are characterized by high transparency in the visible region of the spectrum, which is weakly dependent on annealing. Optical transparency of Ag-TiO_2 film nanocomposites is much less than that in TiO_2 films and increases significantly during annealing, which may be due to the atomization of silver nanoparticles and their subsequent diffusion beyond the film.

Key words: Thin TiO_2 films, Ag-TiO_2 nanocomposites, ion-plasma scattering, annealing, structure, optical properties

Introduction

Titanium dioxide (TiO_2) films are widely used for protective and optical coatings due to their physico-chemical properties, in gas sensors [1-3] and in photocatalysis [4-8]. The possibilities of their Application possibilities in microelectronics (dynamic memory, field effect transistors, ferromagnets) of this films are considered as well. At the same time, it is well known that TiO_2 film is a polymorphic compound that occurs in three crystalline modifications: anatase, rutile and brookite [9].

On the other hand, nanocomposites based on TiO_2 films and Ag (Ag-TiO2) nanoparticles could have plasmon absorption under certain production conditions, which is important to extending the application scope [10-14]. Thus, production and research of Ag-TiO_2 nanocomposite films is an important and pressing challenge of materials science.

Films production technology

Thin TiO_2 films and Ag-TiO_2 nanocomposites were produced by ion-plasma sputtering of titanium (99.99%) target and combined titanium and silver (99.99%) target respectively, in argon at ~ 0.1 Pa pressure and ~ 20 W power plasma discharge on the substrate at room temperature. Monocrystalline silicon and quartz were used as substrates. Composition of the films was determined by energy-dispersion analysis on the SEM Quanta 3D 200i (Table 1).

Table 1. **Element content of TiO_2 films and Ag-TiO_2 nanocomposites**

Content/element(at.%)	O_K	Si_K	Ti_K	Ag_L
TiO_2	18,47	74,40	7,12	-
Ag-TiO_2	20,52	67,76	9,99	1,73

The films thickness was also determined by SEM Quanta 3D 200i by scanning the cleavage of c-Si/TiO_2 and c-Si/Ag-TiO_2 and reached ~100 nm (Figure 1).

Annealing of the as-grown films was carried out at 500 ° C for 30 minutes in air in a muffle furnace.

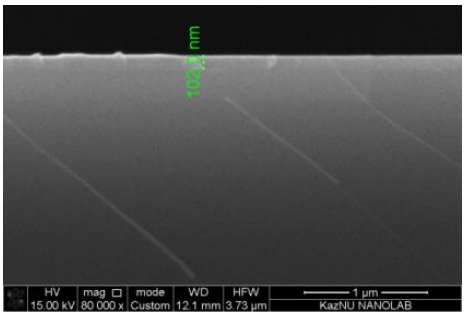
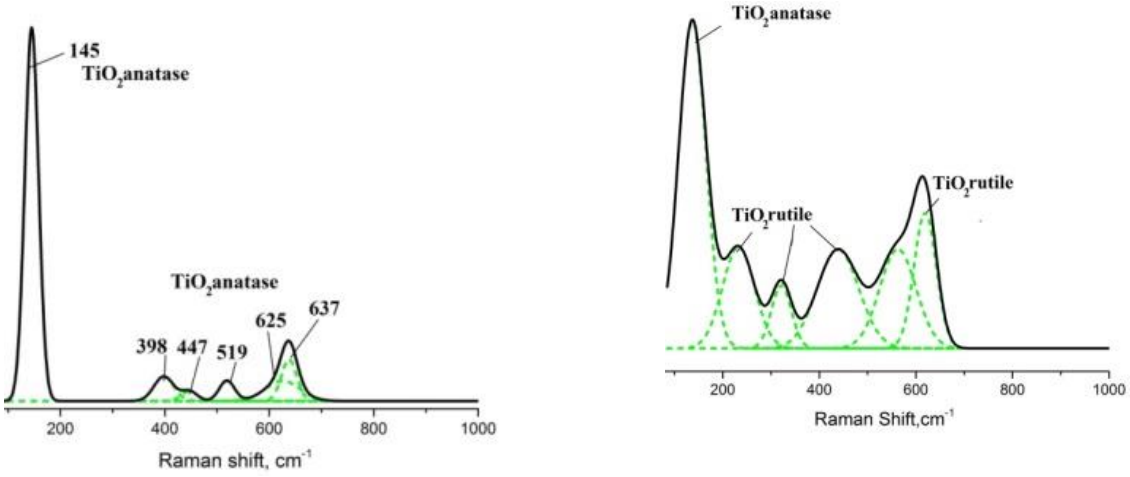


Figure 1. SEM-image of c-Si/TiO_2 cleavage

Results and Discussion

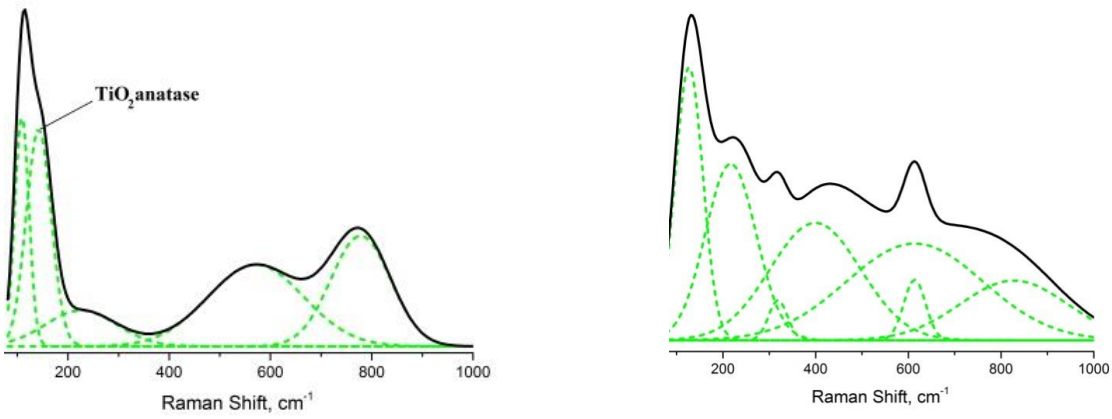
The structure of the films was studied by Raman spectroscopy using a Solver Spectrum 600/600 spectrometer in the 180 ° reflection mode. Vibrational modes were excited by laser radiation with wavelength λ = 473 nm. Figure 2 shows typical spectra of as-grown and annealed TiO_2 films deposited on silicon substrates. Analysis of the spectra indicates that as-grown TiO_2 films structure is close to anatase structure. Annealing of as-grown TiO_2 films at 500 °C for 30 minutes leads to the appearance of rutile structure (Figure 2, b).



a) as-grown film b) after annealing at 500 °C

Figure 2. Raman spectra of TiO_2 films

Raman spectra of Ag-TiO_2 nanocomposites are presented in Figure 3. From the figure one can see that silver impurity significantly affects the structure of as-grown TiO_2 films. Annealing of Ag-TiO_2 film nanocomposites, as well as annealing of $_{TiO2}$ films leads to the transition to the rutile structure (Figure 3).



a) as-grown film b) after annealing at 500 °C

Figure 3. Raman spectra of Ag-TiO_2 nanocomposites

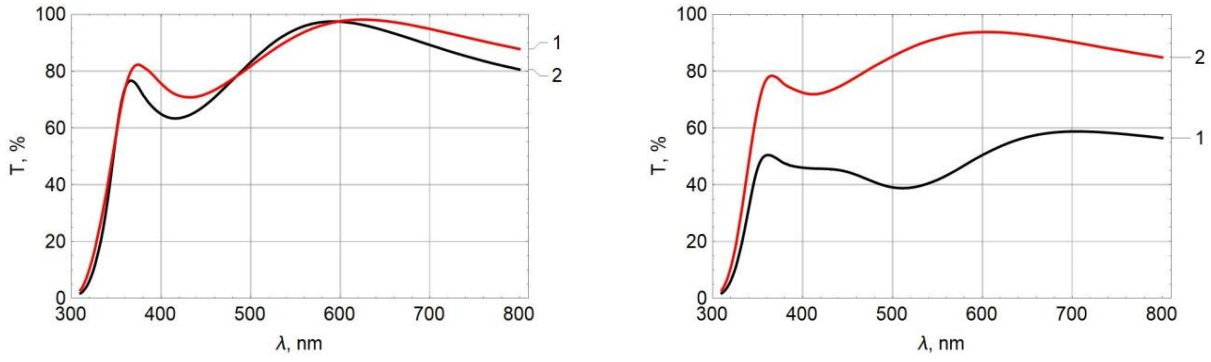
Optical properties of the films (transmission and reflection spectra) were studied using a Shimadzu UV-Vis spectrophotometer. Figure 4 shows typical transmission spectra of as-grown and annealed TiO_2 and Ag-TiO_2 films. From the Figure 4, a one can see that the TiO_2 films have high transparency in the visible region of the spectrum. Annealing slightly changes the spectral transmission characteristics of TiO_2 films.

Figure 4, b shows the transmission spectra of Ag-TiO_2 films before (1) and after (2) annealing. One can see from the Figure 4 that as-grown Ag-TiO_2 films transparency is much less compared to TiO_2 films.

However, resonance absorption is observed in 530 nm region in the Ag-TiO_2 films associated with silver nanoparticles in their structure. It is important to note that annealing of Ag-TiO_2 nanocomposites leads to a remarkable increase in their transparency. Such changes in the transmission spectra is possibly due to the atomization of silver nanoparticles as a result of annealing and their subsequent diffusion beyond the film [15].

Figure 5 shows spectral dependences of the fundamental absorption edge of the films in the Tauz coordinates, which makes it possible to calculate an optical band gap. The optical band gap of as-grown TiO_2 films is 3.42 eV and decreases with annealing to 3.32 eV. Such changes in the optical band gap of TiO_2 films take place due to transition from anatase to rutile structure.

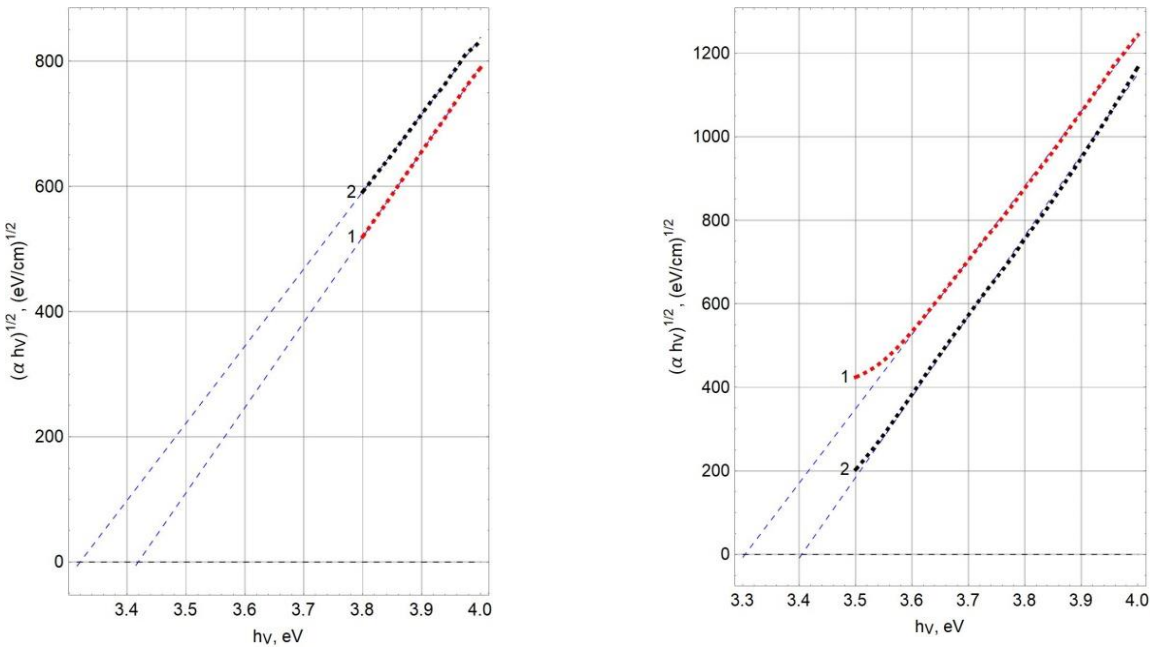
The optical band gap in modified Ag-TiO_2 films is 3.30 eV and after annealing it increases to 3.40 eV. This result also correlates with the results in [15].



a)
1-As-grown TiO_2 film
2-After annealing

b)
1-After annealing Ag-TiO_2 films
2-After annealing

Figure 4. Transmission spectra of TiO_2 and Ag-TiO_2 films



a) b)

1 - As-grown TiO_2 film; 2 - After annealing

Figure 5. Optical-absorption edge of TiO_2 films and Ag-TiO_2 nanocomposites

Conclusion

TiO_2 and Ag-TiO_2 film nanocomposites were produced by ion-plasma sputtering of a titanium target and combined titanium and silver target in argon.

It is shown that as grown TiO_2 films have the anatase structure, and after annealing it the films transformed into a rutile. The structure of Ag-TiO_2 films differs from the structure of TiO_2 films and tends to rutile structure during annealing as well.

The optical properties of as-grown TiO_2 films are characterized by high transparency in the visible spectral range. Annealing of the films slightly changes the spectral characteristics of their transmission. The optical transparency of Ag-TiO_2 film nanocomposites is much less than that in TiO_2 films and increases significantly after annealing. Such changes in the structure and in their optical properties during annealing of Ag-TiO_2 film nanocomposites are apparently related to the atomization of silver nanoparticles and their subsequent diffusion beyond the film.

The work was provided by grant program AP05132897of Committee of Science, Ministry of Education and Science of Kazakhstan Republic.

REFERENCES

[1] P.M. Perillo, D.F. Rodríguez. The gas sensing properties at room temperature of TiO_2 nanotubes by anodization // Sensors and Actuators B: Chemical. –2012. –Vol. 171–172. –P.639-643.

[2] Xiaoying Peng, Zhongming Wang, Pan Huang, Xun Chen, Xianzhi Fu and Wenxin Dai . Comparative study of two different TiO_2 film sensors on response to H_2 under UV light and room temperature // Sensors. –2016. –Vol.16. –P.1249(14pp).

[3] G.K. Mor, M.A. Carvalho, O.K. Varghese, M.V. Pishko, C.A. Grimes. A roomtemperature TiO_2-nanotube hydrogen sensor able to self-clean photoactively from environmental contamination // Journal of Materials Research. –2004. –Vol.19. –P.628–634.

[4] Revathy Padmanabhan, Navakanta Bhat, and S. Mohan. Room Temperature-Processed TiO_2 MIM Capacitors for DRAM Applications // Physics of Semiconductor Devices. 2014. –P.37-39.

[5] S.K. Kim, K.M. Kim, D.S. Jeong Titanium dioxide thin films for next-generation memory devices // J. Mater. Res. -2013. –Vol. 28, No. 3. –P.313-325.

[6] K. Tsunoda, Y. Fukuzumi, J.R. Jameson, Z. Wang, P.B. Griffin, and Y. Nishi: Bipolar resistive switching in polycrystalline TiO_2 films // Appl. Phys. Lett. -2007. –Vol. 90. –P.113501.

[7] B.J. Choi, D.S. Jeong, S.K. Kim, C. Rohde, S. Choi, J.H. Oh, H.J. Kim, C.S. Hwang, K. Szot, R. Waser, B. Reichenberg, and S. Tiedke: Resistive switching mechanism of TiO_2 thin films grown by atomic layer deposition // J. Appl. Phys. -2005. –Vol.98. –P.033715.

[8] William Ghann, Aunik Rahman, Anis Rahman & Jamal Uddin. Interaction of Sensitizing Dyes with Nanostructured TiO_2 Film in Dye-Sensitized Solar Cells Using Terahertz Spectroscopy // Scientific Reports 6. –2016. –Art.No.30140.

[9] J. Nowotny Oxide Semiconductors for Solar Energy Conversion: Titanium Dioxide // CRC Press. 2011. pp.156.

[10] Hutter E. and Fendler J. H. Exploitation of Localaized Surface Plasmon Resonance // Adv. Mater. –2004. –Vol.16. –P.1685.

[11] Muhametkarimov E., Prikhodko O., Manabaev N., Guseynov N., Maksimova S., Mikhailova S., Daineko E. Plasmon resonance in a-C:H films modified with platinum nanoclusters // Journal of Nano- and Electronic Physics. 2014, –Vol. 6(3). –P.03067(3pp).

[12] Oleg Yu. Prikhodko, Svetlana L. Mikhailova, Ershan C. Muhametkarimov, Suyumbika Ya. Maksimova, Nurlan K. Manabaev, Kuanysh Dauthan. Optical properties of a-C:H thin films modified by Ti and Ag /Proc. of SPIE. Nanostructed Thin Films IX. San-Diego, California, USA. -2016. -Vol. 9929. –P. 99291G-1 – 9929G-6.

[13] V.S.K. Chakravadhanula, Y.K. Mishra, V.G. Kotnur, D.K. Avasthi, T. Strunskus, V. Zaporotchenko, D. Fink, L. Kienle and F. Faupel. Microstructural and plasmonic modifications in Ag–TiO_2 and Au–TiO_2 nanocomposites through ion beam irradiation // Beilstein J. Nanotechnol. 2014. –Vol.5. –P.1419–1431.

[14] Wu W., Liao L., Zhang S.F., Zhou J., Xiao X.H., Ren F., Sun L.L., Dai Z.G., and Jiang C.Z. Non-centrosymmetric Au/SnO_2 Hybrid Nanostructures with Strong Localization of Plasmonic for Enhanced Photocatalysis Application // Nanoscale. 2013. –Vol.5. –P.5628.

[15] M. Kumar, T. Kumar, D. K. Avasthia. Study of thermal annealing induced plasmonic bleaching in Ag:TiO_2 nanocomposite thin films // Scripta Materialia // –2015. –Vol. 105.–P.46.

Мухаметкаримов Е.С., Дәуітхан Қ., Приходько О.Ю., Михайлова С.Л., Максимова С.Ю.

Ионды-плазмалы тозаңдату әдісінің көмегімен алынған TiO_2 және Ag-TiO_2 жұқа қабықшаларының технология, құрылымы мен оптикалық қасиеттері

Түйіндеме. Титан және аралас титан-күміс нысаналарын аргон атмосферасында ионды-плазмалы тозаңдату әдісінің көмегімен TiO_2 қабықшалары мен Ag-TiO_2 қабықшалы нанокомпозиттері алынды. Раман спектроскопиясы жаңадан әзірленген TiO_2 қабықшаларының құрылымы анатаз екенін, ал 500°С күйдіргеннен кейін рутил фазасына ауысатынын көрсетті. Ag-TiO_2 қабықшаларының құрылымы TiO_2 қабықшаларынан өзгеше болып, күйдіргеннен кейін рутил фазасына ауысатыны анықталды. Жаңа әзірленген TiO_2 қабықшалары жарықтың көрінетін облысында жоғары мөлдірлігімен сипатталып, күйдіргеннен кейін айтарлықтай өзгермейтіні көрсетілді. Ag-TiO_2 қабықшалы нанокомпозиттердің мөлдірлігі TiO_2 қабықшаларына қарағанда едуәір аз, ал күйдіргеннен кейін айтарлықтай артатыны көрсетілді.

Түйінді сөздер: жұқа TiO_2 қабықшалары, Ag-TiO_2 нанокомпозиттері, ион-плазмалық тозаңдату, күйдіру, құрылым, оптикалық қасиеттер.

Мухаметкаримов Е.С., Даутхан К., Приходько О.Ю., Михайлова С.Л., Максимова С.Ю.

Технология получения, структура и оптические свойства тонких пленок TiO_2 и Ag-TiO_2, полученных ионно-плазменным распылением

Резюме. Методом ионно-плазменного распыления соответственно мишени из титана и комбинированной мишени из титана и серебра в атмосфере аргона получены тонкие пленки TiO_2 и пленочные нанокомпозиты Ag-TiO_2. Методом рамановской спектроскопии показано, что структура свежеприготовленных пленок TiO_2 соответсвует структуре анатаза. Последующий термический отжиг при температуре 500 °С трансформирует их структуру в рутил. Структура пленок Ag-TiO_2 отличается от пленок TiO_2 и при отжиге также стремится к структуре рутила. Свежеприготовленные пленки TiO_2 характеризуются высокой прозрачностью в видимой области спектра, которая слабо зависит от отжига. Оптическая прозрачность пленочных нанокомпозитов Ag-TiO_2 существенно меньше, чем у пленок TiO_2 и значительно возрастает при отжиге, что может быть связано с атомизацией наночастиц серебра и их последующей диффузией за пределы пленки.

Ключевые слова: тонкие пленки TiO_2, нанокомпозиты Ag-TiO_2, ионно-плазменное распыление, отжиг, структура, оптические свойства

УДК 004.77.056

O.D. Meirbekova, G.S. Tulentaeva
(International Kazakh-Turkish University named after K.A Yassawi, Turkestan, Kazakhstan.
E-mail: oksana_120183@mail.ru)

THE STUDY OF IMPACT OF SATELLITE COVERED ENVIRONMENT ON THE RADIO SIGNAL ABSORPTION

Abstract. The standard solution of the network covering problem in the hard-to-reach areas and territories by cellular networks is prevented by such factors as the infrastructure remoteness of connecting systems of cellular base stations and, as a consequence, the high cost of implementation of such projects. One of the possible solutions to this problem is the switching of cellular communication systems using a single geostationary satellite located over the territory of the Republic of Kazakhstan.

Key words: cellular communication, network, connecting system, geostationary satellite, radio signal

О.Д. Меирбекова, Г.С. Тулентаева
(Международный казахско-турецкий университет
им. Х. А. Ясави, Казахстан, Южно-Казахстанская область, г.Туркестан
E-mail: oksana_120183@mail.ru, tulentaeva_g.87@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОДСПУТНИКОВОЙ СРЕДЫ НА ПОГЛОЩЕНИЕ РАДИОСИГНАЛА

Аннотация. Стандартному решению проблемы покрытия сетью сотовой связи труднодоступных районов и территорий, мешают такие факторы, как удалённость инфраструктуры систем коммутации базовых станций сотовой связи и, как следствие, высокая стоимость воплощения в реальность подобных проектов. Одним из возможных решений данной проблемы является коммутация систем сотовой связи с помощью одного геостационарного спутника, располагающегося над территорией Республики Казахстан.

Ключевые слова: сотовая связь, сеть, система коммутации, геостационарный спутник, радиосигнал.

В Казахстане остро стоит проблема покрытия сетью сотовой связи труднодоступных районов и территорий. Стандартному решению описываемой проблемы мешают такие факторы, как удалённость инфраструктуры систем коммутации базовых станций сотовой связи и, как следствие, высокая стоимость воплощения в реальность подобных проектов[4]. Одним из возможных решений данной проблемы является коммутация систем сотовой связи с помощью одного геостационарного спутника, располагающегося над территорией Республики Казахстан. Для реализации данного проекта необходимо провести предварительные исследования[5].

В качестве решения данной проблемы была рассмотрена система коммутации сети сотовой связи с использованием геостационарного спутника и оборудования компании Gilat со спутниковой технологией VSAT, спутниковой связи - семейство продукции SkyEdge™, которая полностью удовлетворяет необходимым требованиям для обеспечения связи[1]. Оптимальной топологией сети была выбрана полносвязная топология, которая должна существенно снизить вероятность задержки прохождения сигнала от абонента к абоненту.

Основными вопросами были определение вероятности задержки/8/ прохождения сигнала через систему; климатические факторы, ослабляющие сигнал в обслуживаемой местности.

Производительность спутникового канала связи зависит от трех I факторов[10]:

- атмосферного поглощения;
- в нисходящем канале - от расстояния между антенной наземной станции и «точкой прицела» спутника;
- ионосферных поглощений.

Потери сигнала в ионосфере на достаточно высоких частотах I определяются по формуле (1),[2]

$$L_{и} = \frac{2*10^{-4} \div 4*10^{-3}}{f^2}, \text{дБ} \tag{1}$$

где f - частота радиосигнала.

Расчёт потерь сигнала в ионосфере для двух рабочих частот f_1= 12 ГГц, f_2= 14 ГГц дали следующие результаты:

$$L_{и} = \frac{2*10^{-4} \div 4*10^{-3}}{12^2} = 3{,}47 * 10^{-4}, \text{дБ} \tag{2}$$

$$L_{и} = \frac{2*10^{-4} \div 4*10^{-3}}{14^2} = 2{,}96 * 10^{-4}, \text{дБ} \tag{3}$$

Ослабление сигнала в невозмущенной атмосфере обусловлено в основном поглощением кислородом и водяным паром тропосферного слоя, (2) - удельное поглощение кислородом и (3) - удельное поглощение водяным паром[3]:

$$L_{к} = 0{,}321 * \frac{P*f^2}{T^2}\left(\frac{\Delta_i*P}{\frac{f^2}{900}+(\Delta_i*P)} + \frac{\Delta_2*P}{\left(2+\frac{f^2}{30}\right)^2+(\Delta_2*P)^2} + \frac{\Delta_2*P}{\left(2-\frac{f^2}{30}\right)^2+(\Delta_2*P)^2}\right), \tag{4}$$

$$L_{в} = 5{,}72 * \frac{P*f^2}{T^{2,5}} * e^{\frac{644}{T}}\left(\frac{\Delta_3*P}{\left(\frac{f}{30}-0{,}741\right)^2+(\Delta_3*P)^2} + \frac{\Delta_3*P}{\left(\frac{f^2}{30}+0{,}741\right)^2+(\Delta_3*P)^2} + \frac{0{,}0163*\rho*\Delta_3*P}{T}\right), \tag{5}$$

$$\Delta_1 = \frac{1{,}26*10^{-2}}{T^{0,75}};\ \Delta_2 = \frac{3{,}5*10^{-2}}{T^{0,75}};\ \Delta_3 = \frac{1{,}53*10^{-2}}{T^{0,5}} * (1 + 0{,}0046 * \rho) \tag{6}$$

где f - частота радиосигнала (ГГц);
P - давление (кПа);
T -температура (К);
ρ - средняя абсолютная влажность воздуха (г/м3);
Δ_1, Δ_2 , Δ_3 - коэффициенты.

В качестве расширяемой зоны была взята территория западного Казахстана (вблизи города Уральск). Значительное влияние, оказываемое на качество работы системы, определяется климатическими условиями, а именно: температурой, влажностью и количеством осадков. Для расчетов применялись усредненные статистические данные региона в различные времена года я времени суток.

В результате проведенных расчетов по данным были получены диаграммы удельных потерь энергии радиосигналов в постоянной атмосфере при различных частотах передачи данных, где были выявлены наихудшие потери прохождения сигналов[4] в различные времена года и разное время суток в городе Уральске (см. рисунки 1 и 2):

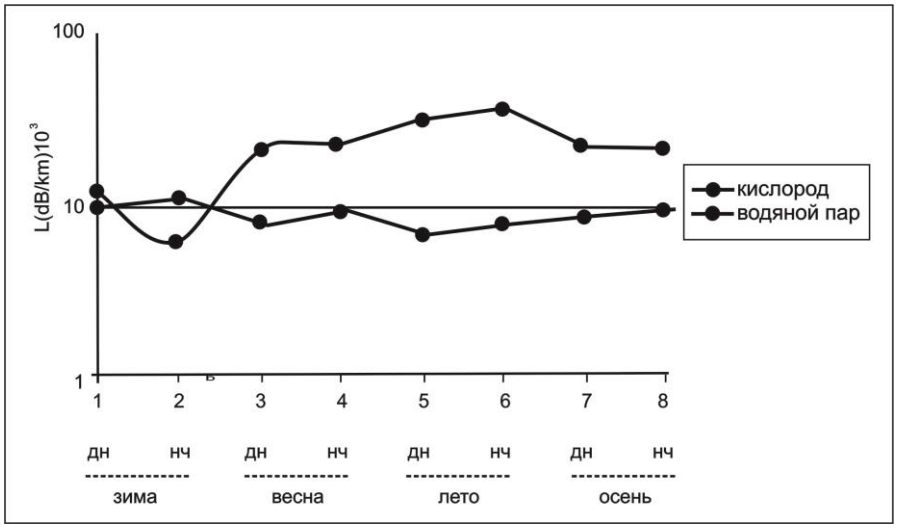


Рис. 1. Диаграмма изменения затухания сигнала на частоте 12 Ггц в зависимости от времени года и суток

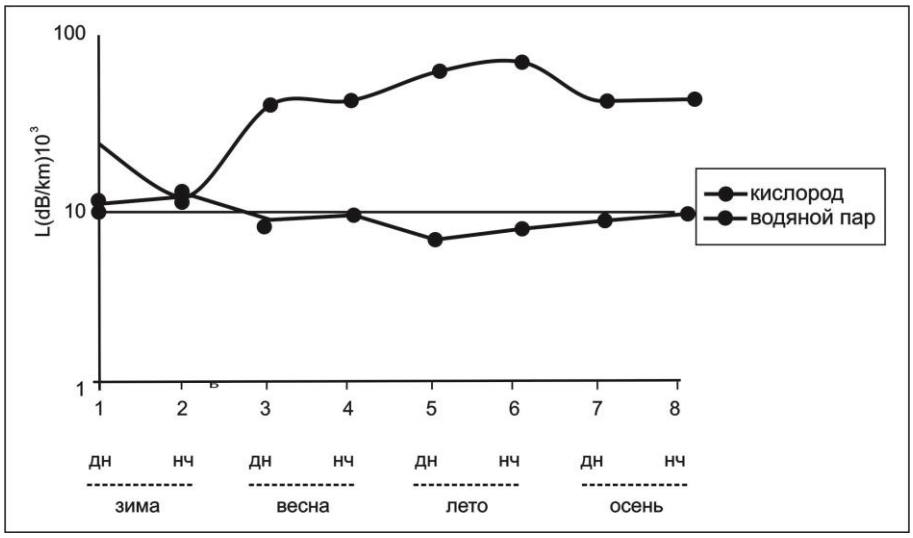


Рис. 2. Диаграмма изменения затухания сигнала на частоте 14 Ггц в зависимости от времени года и суток

Из вышеприведённых диаграмм можно сделать вывод, что наибольшие потери сигнала в кислороде наблюдались зимой в ночное время, а наибольшие потери сигнала в водяном паре - летом в ночное время.

Также были проведены расчеты по поглощению радиосигнала в среде в зависимости от высоты поглощающего слоя кислорода и толщины слоя водяного пара по следующим формулам элементарной тригонометрии[2]:

$$L_c = \frac{h_k * L_k + h_в * L_в}{\sin\gamma} \tag{7}$$

где, $L_к$ - удельное поглощение кислородом;

$L_в$ - удельное поглощение водяным паром;
γ - угол места антенны, γ= 30 градусов;
$h_к$ - эквивалентная толщина водяного пара;
$h_в$ - эквивалентная высота слоя кислорода.

При расчетах затухания сигналов в стандартной атмосфер[8] эквивалентную высоту слоя кислорода принимают равной 6 км. тогда как эквивалентную толщину водяного пара[9] можно вычислить по эмпирической формуле:

$$h_d = (2{,}2 + \frac{3}{(f-22{,}3)^2} + \frac{1}{(f-183{,}3)^2+1} + \frac{1}{(f-323{,}8)^2+1}) \quad (8)$$

где f — частота радиосигнала.
На рисунке 3 приведена диаграмма атмосферных потерь[5] в спокойной атмосфере.

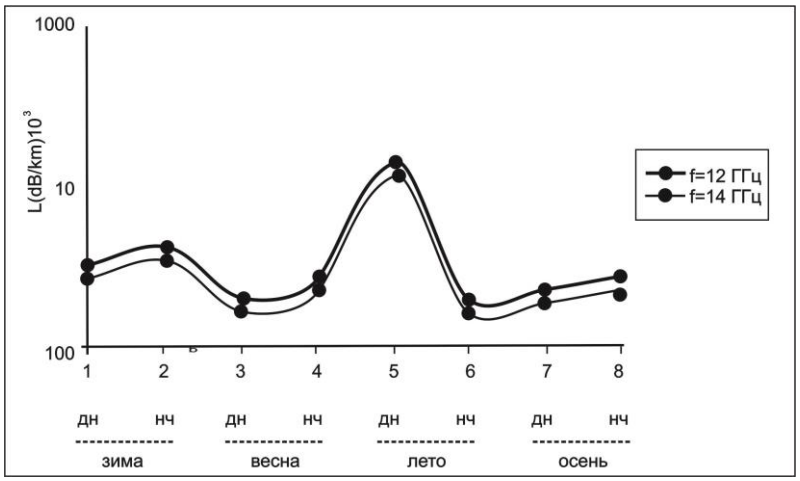


Рис. 3. Диаграмма атмосферных потерь

Как видно из рисунка 3 диаграммы атмосферных потерь, где учитывались поглощения атмосферными газами в спокойной атмосфере, наибольшее потери сигнала[11] будут летом в дневное время.
Вычисление затухания сигнала при осадках:

$$L_Д = a * I^b * l \quad (9)$$

где a, b - коэффициенты /2/;
l - длина пути сигнала;
I — интенсивность осадков.
На рисунке 4 приведена диаграмма влияния осадков на потери сигналов.

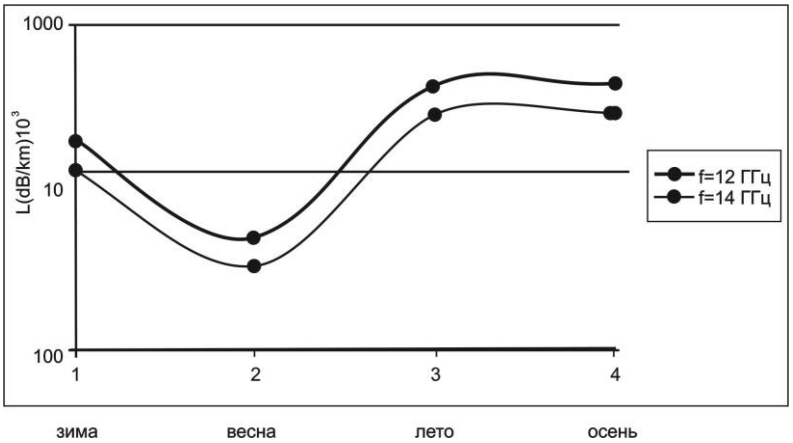


Рис. 4. Диаграмма влияния осадков на потери сигнала

Как видно из рисунка 4 диаграммы влияния осадков на потери сигнала, где учитывались эффективная высота слоя осадков и ее интенсивность, наибольшие потери сигнала были летом и осенью[6].

Выводы. В итоге проделанного исследования была получена реальная картина влияний атмосферы и ионосферы, с возможными незначительными погрешностями, по которой было видно, что наихудшие потери сигнала были в летний период. Таким образом, можно будет приступить к выбору оборудования, диаметра антенн и мощности передатчика, необходимых для построения полносвязной топологии, для обеспечения необходимой коммутации и нормальной передачи голоса и данных.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Камнев В.Е., Черкашев В.В., Чечен Г.В. Спутниковые системы связи. — Учебное пособие. — М.: Альпина, 2004. — 536 с.

[2] Григорьев В.А., Лагутенко О.И., Распаев Ю.А. Сети и системы радиодоступа. — Учебное пособие. — М. : Эко-Трендз, 2005.-384 с.

[3] Иванова Т.И. Корпоративные сети связи – М.: Эко-Трендз, 2009.-282 с.

[4] Шахгильдяна В.В. Системы фазовой синхронизации с элементами дискретизации. — Учебное пособие. — М.: Радио и связь, 2002. — 465 с.

[5] Бартенев В.А., Кантора Л.Я. Спутниковая связь и вещание. —Справочник. —3-е издание.- М.: Радио и связь, 2007. — 528 с.

[6] Липеровский В.А., Похотелов О.А. Ионосферные предвестники землятрясений. — Справочник. — М.: Наука, 2004. — 304 с.

[7] Скляр Б. Цифровая связь. — Теоретические основы и практическое применение.— М.: Вильямс, 2003. — 1104 с.

[8] Альперт Я.Л. Распространение радиоволн вдоль земной поверхности . — Учебное пособие. — М.: Наука, 2003. — 564 с.

[9] Kasaei, Mohammad Javad; Gandomkar, Majid; Nikoukar, Javad. RENEWABLE ENERGY. Том:114 С:1180-1188 Част:В Опубликовано:DEC2017

[10] Ряд технических решений для приема и вещания пакета в сетях КТВ// Электронная версия на сайте http://www.lans.spb.ru/data/files/87_file.pdf

[11] Ведерко А.В. Доступ к интернет на основе спутниковых технологий. — Учебное пособие. — М.: Сети и системы связи, 2006. — 564 с.

Меирбекова О.Д., Тулентаева Г.С.

Жерсеріктік ортаның радиосигналдың жұтылуына әсерін зерттеу

Түйіндеме: Ұялы байланыспен қиын аудандар мен аумақтарды желісімен қамту базалық ұялы байланыс стансыларының инфрақұрылымды коммутация жүйелерінің алшақтығы, жүзе асыруға құны жоғары деген стандартты проблемасын шешуге кедергі факторлар әсер етеді. Қазақстан Республикасы аумағының үстінен орналасқан коммутация жүйелерінің ұялы байланыс арқылы бір геостационарлық спутнигін жасау осы проблемалардың ықтимал шешімдінің бірі болып табылады.

Түйін сөздер: Ұялы байланыс, желі, коммутация жүйесі, геостационарлы жер серік, радиосигналдар

Meirbekova O. D., Tulentaeva G. S.

The study of impact of satellite covered environment on the radio signal absorption

Summary. The standard solution of the network covering problem in the hard-to-reach areas and territories by cellular networks is prevented by such factors as the infrastructure remoteness of connecting systems of cellular base stations and, as a consequence, the high cost of implementation of such projects. One of the possible solutions to this problem is the switching of cellular communication systems using a single geostationary satellite located over the territory of the Republic of Kazakhstan.

Key words: cellular communication, network, connecting system, geostationary satellite, radio signal

УДК 621.771.01:519.:28

I.P. Manzhurin, Y.A.Sidorina I.Y.Medvedeva, Y.P. Naboko
(Republic of Kazakhstan, Karaganda State Technical University
E-mail:elena.sidorina.78@mail.ru)

ADJUSTMENT EFFECT OF PROFILE BENDING ON THE METAL PRESSURE VALUE UPON THE MILL ROLLS

Abstract: The research results of the preassure dependence on the rolls forming mill from some technological parameters of profiling are provided in the article. While sweepy in the rolls forming mill one of the main parameters are the angle of profile elements bend under, bending radius (nominal), width of bended under profile element, mill setting up (relative to the clearance between rolls) and other factors. The influence of the observed parameters was studied using mathematical treatment of experiments, in particular in the correlation regression and dispersion analysis. Experimental and calculative linear regressions are introduced, for the last ones calculated regression equations with certainty factor of experimental data approximation are provided. The full vertical stress on the rolls can be represented in the four-part components: longitudinal bend stress, transverse stress, the additional stresses – strip deflection from calibration compression, frictional stress. The determination of longitudinal and transverse bend stresses is a great trouble, as the strip contact surface with the rolls have a strange character and are constantly being replaced not only deflection zone.

Key words: an effort; distribution law; variance analysis, rolls, mill.

И.П. Манжурин, Е.А. Сидорина, И.Е. Медведева, Е.П. Набоко
(Карагандинский Государственный технический университет,
Караганда, Республика Казахстан)

ВЛИЯНИЕ НАСТРОЙКИ ПРОФИЛЕГИБОЧНОГО НА ВЕЛИЧИНУ ДАВЛЕНИЯ МЕТАЛЛА НА ВАЛКИ СТАНА

Аннотация*:* В статье приведены результаты исследования зависимости давления на валки профилегибочного стана от некоторых технологических параметров профилирования. При изгибе полосы в валках профилегибочного стана одними из основных параметров являются: угол подгибки элементов профиля, радиус изгиба (относительный), ширина подгибаемого элемента профиля, настройка стана (относительный зазор между валками) и другие факторы. Влияние указанных параметров исследовано с использованием теории математической обработки эксперимента, в частности корреляционно-регрессионного и дисперсионного анализа. Приведены экспериментальные и расчетные линии регрессии, для последних приведены расчетные уравнения регрессии с указанием коэффициентов достоверности аппроксимации экспериментальных данных. Полное вертикальное усилие на валки может быть представлено в виде четырех составляющих: от продольного усилия изгиба, от поперечного усилия изгиба, от дополнительных усилий – деформации полосы от сжатия калибровки, от сил трения. Определение продольных и поперечных усилий изгиба представляет наибольшие трудности, т. к. не только очаг деформации, но и поверхность контакта полосы с валками имеют сложный характер и постоянно изменяются.

Ключевые слова: усилие; закон распределения; дисперсионный анализ, валки, стан

Расчет энергосиловых параметров процесса профилирования представляет практический интерес так при конструировании профилегибочного агрегата, так и при его эксплуатации

Однако, точный вывод аналитических зависимостей для расчета давления

(усилия) металла на валки профилегибочного стана, крутящих моментов, мощности привода связан со значительными трудностями. Они объясняются особенностями и своеобразием механизма пластической деформации полосы при профилировании, конструкцией стана и др.

Полное вертикальное усилие на валки может быть представлено в виде четырех составляющих: от продольного усилия изгиба, от поперечного усилия изгиба, от дополнительных усилий – деформации полосы от сжатия калибровки, от сил трения. Определение продольных и поперечных усилий изгиба представляет наибольшие трудности, т. к. не только очаг деформации, но и поверхность контакта полосы с валками имеют сложный характер и постоянно изменяются.

Усилия в клетях стана при зазоре между валками s равного толщине полосы $t_0(s = t_0)$ не велики. В качестве исходных параметров для прочностных расчетов они не могут быть приняты, т.к. степень возможных перегрузок профилегибочного стана весьма велика. Причиной таких перегрузок

является изменение зазора между валками. Это связано с тем, что иногда случайно, чаще всего преднамеренно, при невыполнении геометрии профиля, изменяют поджатие валков, при этом зазор практически не контролируется, а усилия перегрузок могут в несколько раз превышать усилия нормального процесса.

Усилие на валки при профилировании зависит от многих параметров процесса, основными из которых являются: толщина полосы t_0, ширина полосы B, угол подгибки α°, относительный радиус изгиба r/t_0, настройка стана s/t_0, упрочнение металла в процессе деформирования и др. Решить столь сложную задачу по учету влияния всех факторов с помощью общей теории пластичности, не делая серьезных допущений, довольно затруднительно. Задача осложняется еще и тем, что влияние указанных факторов, большинство из которых носит статистический характер, различно по величине и направлению. Все это определяет усилие на валки как стохастическую переменную величину.

Стохастическая величина, в рассматриваемом случае усилие, может быть описана полностью, если известен закон ее распределения, т.е. соотношение, устанавливающее связь между возможными значениями переменной величины и соответствующими им вероятностями. Закон распределения может быть установлен на основе анализа статистического материала. С этой целью было проанализировано 526 значений усилия, полученные на профилегибочных станах легкого и среднего типов при профилировании уголковых и швеллерных профилей. При этом усилие изменялось от P_{min} =2,65 кН (265 кгс) до P_{max}=55,5 kH (5550 кгс), толщина полосы t_0=1÷6 мм, r/t_0=0,5÷10, при ширине исходной заготовки от 30 до 350 мм по единичным маршрутам из углеродистых и низколегированных сталей.

Интервальный ряд для усилий с величиной интервала i=5,3 кН приведен в таблице 1.

Таблица 1. **Интервальный ряд распределения**

№ п/п	Интервалы, P,kH	Частота	
		Абсолютная n_i	Относительная ω_i
1	2	3	4
1.	0 ÷ 5,3	115	0,2186
2.	5,3 ÷10,6	174	0,3308
3.	10,6 ÷ 15,9	118	0,2243
4.	15,9 ÷ 21,2	60	0,1140
5.	21,2 ÷26,5	21	0,0400
6.	26,5 ÷ 31,8	16	0,0304
7.	31,8 ÷ 37,1	12	0,0228
8.	37,1 ÷ 42,4	5	0,0095
9.	42,4 ÷ 47,7	2	0,0038
10.	47,7 ÷ 53,0	2	0,0038
11.	53,0 ÷ 58,3	1	0,0019
	Σ	526	0,9999

По данным табл.1 построены гистограмма и полигон распределения, приведенные на рис. 1.

По данным табл.1 рассчитаны основные статистики ряда распределения:

- первый центральный момент (оценка математического ожидания) $\mu_1 = P$ =11,77 kH;
- второй центральный момент (оценка дисперсии) $\mu_2 = S^2$=76,46;
- третий центральный момент $\mu_3 = 7{,}221$;
- четвертый центральный момент $\mu_4 = 47{,}332$.

Показатель отклонения распределения от симметричного его вида – асимметрия A – определяется соотношением $A = \mu_3 / S^3$. В качестве характеристики большего или меньшего подъема графика по сравнению с нормальной кривой распределения (кривой Гаусса) является эксцесс:

$$E = \mu_4 / S^4 .$$

Оценки дисперсий асимметрии ***D(A)*** и эксцесса ***D(E)*** определяются соотношениями:

$$D(A) = \frac{6\cdot(n-1)}{(n+1)(n+3)}; \quad D(E) = \frac{24\,n(n-2)(n-3)}{(n+1)^2(n+3)(n+5)}$$

и соответственно равны A =1,685; E =3,801, а среднеквадратичные отклонения $\sqrt{D(A)} = 0{,}105$; $\sqrt{D(E)} = 0{,}21$.

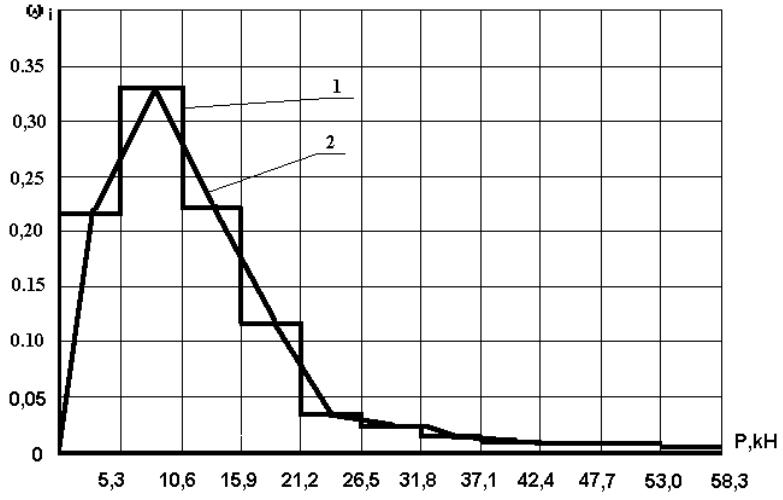


Рис.1. Гистограмма (1) и полигон распределения усилия на валки стана

Очевидно, что асимметрия и эксцесс во много раз превосходят свои среднеквадратичные отклонения. Поэтому следует считать, что закон распределения усилия на валки существенно отличается от нормального (закона Гаусса). В частности, большая асимметричность распределения свидетельствует, что среди факторов (параметров), оказывающих влияние на величину усилия, есть доминирующий фактор. Таким фактором является настройка стана, т.е. s/t_0. Влияние настройки стана на величину усилия можно оценить дисперсионным анализом. С этой целью было измерено усилие на валки при профилировании уголка 32х32х1,6 по маршруту α° =0^0 -36^0 из стали 125ХГС при различной настройке стана, т.е. s/t_0=**var**, причем при каждом значении s/t_0 проводилось по три измерения. Результаты измерений приведены в табл.2.

Таблица 2. **Результаты измерений**

$i \div k$ $j \div n$	s/t_0					
	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7
1	6,2	6,62	7,49	12,24	22,03	32,86
2	5,8	6,10	8,20	11,03	20,23	29,60
3	5,7	6,30	7,00	13,01	23,13	30,00
Итоги, X_i	17,7	19,02	22,69	36,28	65,39	92,46

Если на уровне i было проведено n_i параллельных измерений и

$$n = \sum_{i=1}^{n} n_i$$

есть общее число всех измерений, то анализ выполняется в следующем порядке:

а) находится сумма квадратов всех измерений: X_i

$$Q_1 = \sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^2;$$

б) находится сумма квадратов итогов по столбцам, деленных на число измерений соответствующем столбце:

$$Q_2 = \sum_{i=1}^{k} (X_i^2 / n) ;$$

в) находится квадрат общего итога, деленный на число всех измерений:

$$Q_3 = \frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{k} X_i^2\right) ;$$

г) вычисляются оценки дисперсий S_a^2 и S_0^2 по формулам:

$$S_a^2 = \frac{(Q_2 - Q_3)}{(k-1)}, \qquad S_0^2 = \frac{(Q_1 - Q_2)}{(n-k)}.$$

Затем проверяется значимость отношения S_a^2 / S_o^2 по критерию Фишера, исходя из соответствующих степеней свободы $f_1 = k - 1$ и $f_2 = n - k.$

Если это отношение, то влияние фактора следует признать существенным. Непосредственные вычисления дают: Q_1=5123,87; Q_2=5110,25; Q_3=3571,25; S_0^2=1,14; S_a^2=311,8; f_1=6-1; f_2=18-6=12. Расчетное отношение оценок дисперсий по критерию Фишера $F_р$=311,8/1,14=273. Для доверительной вероятности 0,95 и соответствующих степеней свободы табличное значение критерия Фишера составляет $F_т$(5;12)=3,1. Так как $F_р$ =273>>3,1=$F_т$, то влияние настройки стана на величину усилия на валки стана следует признать довольно существенным.

Возвращаясь к закону распределения необходимо отметить, что некоторая функция от исследуемой величины x, распределенной асимметрично, например x^2, lgx и др. приближенно следует нормальному закону. Функциональное преобразование P в lgP позволило получить ряд распределения lgP, представленный в таблице 3.

Таблица 3. **Интервальный ряд распределения lgP**

№ п/п	Интервалы lgP	n_i	ω_i	p_i
1	2	3	4	5
1	0,3572÷ 0,4893	22	0,0418	0,0475
2	0,4893 ÷ 0,6214	42	0,0800	0,0635
3	0,6214 ÷ 0,7535	64	0,1216	0,1093
4	0,735 ÷ 0,8856	75	0,1426	0,1538
5	0,8856 ÷ 1,0177	83	0,1578	0,1768
6	1,0177 ÷1,1498	87	0,1654	0,1671
7	1,1498 ÷ 1,2819	69	0,1311	0,1298
8	1,2819 ÷ 1,4140	43	0,0818	0,0822
9	1,4140 ÷ 1,5461	28	0,0532	0,0430
10	1,5461÷ 1,6782	10	0,0190	0,0182
11	1,6782 ÷ 1,8103	3	0,0057	0,0064
	Σ	526	1,0000	0,9976

Статистики для ряда распределения lgP с интервалом i =0,1321 следующие: оценка математического ожидания x=0,9802; оценка дисперсии μ_2=4,949 или в единицах интервала S_x^2=0,0864; μ_3=1,178; μ_4 =59,0; оценка асимметрии A = 0,107; оценка эксцесса E=−0,6. В качестве первого приближенного критерия согласия сравниваются рассчитанные оценки A и E с их оценками дисперсий:

Распределение можно считать нормальным, если выборочные оценки асимметрии и эксцесса удовлетворят неравенствам:

$$|\ A\ | \leq 3\cdot\sqrt{D(A)} = 0{,}105; \quad |\ \boldsymbol{E}\ | \leq 5\cdot\sqrt{\boldsymbol{D}(\boldsymbol{E})} = 0{,}21\ ;$$

$|0{,}107| < 3\cdot 0{,}105;$ $\quad |0{,}6| < 5\cdot 0{,}21.$

Следовательно, гипотезу о нормальном распределении $\boldsymbol{lgP}$ можно считать правильной.

Плотность распределения $\boldsymbol{p_i}$ (колонка 5, табл.3) для логарифмически нормального закона распределения определена по таблице значений нормальной функции распределения.

Экспериментальная и расчетная кривые распределения приведены на рис.2.

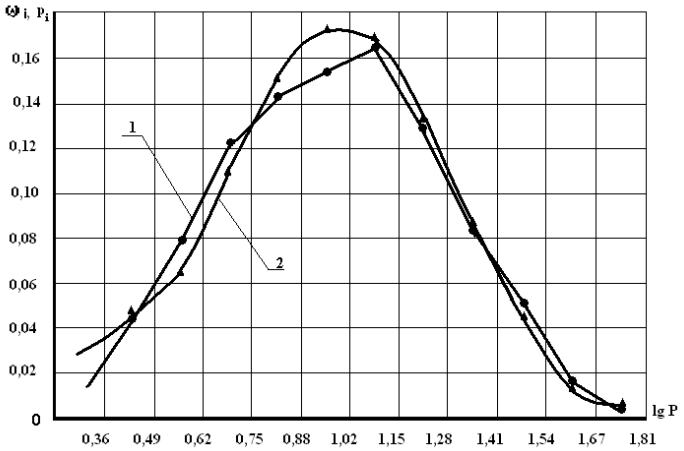


Рис. 2. Эмпирическая (1) и расчетная (2) кривые распределения lgP

Таким образом, распределение усилия на валки профилегибочного стана следует логарифмически нормальному закону. Это позволяет применять корреляционно-регрессионный анализ, математическое планирование эксперимента и другие методы математической обработки экспериментальных данных для изучения влияния параметров на процесс профилирования.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Богоявленский К.Н., Манжурин И.П. О вероятностно-статистическом анализе давления металла на валки профилегибочного стана.// Тр.ЛПИ «Обработка металлов давлением». - 1971. № 322.Л. Машиностроение. - Стр.31-34.

[2] Манжурин И.П., Сидорина Е.А. Определение утонения полосы при профилировании ее в валках профилегибочного стана // Манжурин И.П., Сидорина Е.А. // ЗАО «Металлургиздат». - 2012г. – Металлург. Стр. 65 – 68.

[3] Адлер Ю.П. Введение в планирование эксперимента / Адлер Ю.П.// М.:Металлургия, 1969 г. Стр. 157 - 161.

[4] Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. //. - М.: Наука, 1971г. – Стр. 283 - 286.

[5] Митропольский А.К. Техника статистических вычислений / Митропольский А.К. //.- М.: Наука. – Стр. 490.

[6] Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Вентцель Е.С. //. - М.: Наука - Стр. 571.

[7] Налимов В.В., Чернова Н.А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов / Налимов В.В., Чернова Н.А. //. - М.: Наука, 1965. – Стр.340.

[8] Налимов В.В. Теория эксперимента / Налимов В.В.//. - М.: Наука, 1971. Стр. 208.

[9] Саутин С.Н. Планирование эксперимента в химии и химической технологии /Саутин С.Н.//. Л.: Химия, 1975. – Стр.48.

[10] Кикс Ч. Основные принципы планирования эксперимента / Кикс Ч.//. - М.: Мир, 1967. - Стр.407.

[11] Г.Хан, С.Шапиро. Статистические модели в инженерных задачах / Г.Хан, С.Шапиро //. -М.: Мир,- 1969. – Стр.388.

Манжурин И.П., Сидорина Е.А., Медведева И.Е., Набоко Е.П.

Профильді иілу баптауының орнақ білігіндегі металл қысымына әсері

Түйіндеме: Мақалада пішінге июші станда кескіндеудің кейбір технологиялық параметрлерінен біліктердің басуына байланысты нәтижелер келтірілген. Жолақтарды пішінгеиюші стан біліктерінде ию кезінде негізгі параметрлердің бірі болып табылады: пішін бөлшектерін ию бұрышы, ию радиусы (салыстырмалы), пішіннің иетін бөлшегінің ені, станды күйге келтіру (біліктер арасындағы салыстырмалы саңылаулар) және басқада фак-

торлар. Көрсетілген параметрлердің әсерін экспериментті мамематикалық өңдеу теориясын пайдаланумен, жекелеп алғанда корреляциялық-регрессиялық және дисперсиялық талдаумен зерттелген. Регрессияның эксперименттік және есептік сызықтары келтірілген, эксперименттік мәліметтерді болжаудың расталуының коэффициентін көрсетумен регрессияның есептік сызықтары келтірілген. Біліктерге түсетін толық тік жағдайдағы күш салу төрт құраушы түрінде ұсынуға болады: Июдің ұзын бойынан күш түсіруінен, июдің кесе көлденең күш түсіруінен, қосымша күш түсіруден– калибровкаға қысудан жолақтардың деформациясы, үйкеліс күшінен. Июдің ұзын бойынан және кесе көлденең күш түсіруін анықтау өте көп қиыншылықтар туғызады, себебі деформацияның ошақтары ғана емес, сонымен бірге жолақтардың біліктермен түйісу беттері күрделі сипатқа ие болады және үнемі өзгеріп тұрады.

Түйін сөздер: күш; үлестіру заңы; дисперсиялық талдау, орама, диірмен.

Manzhurin I.P., Sidorina Y.A., Medvedeva I.Y., Naboko Y.P.

Adjustment effect of profile bending on the metal pressure value upon the mill rolls

Summary: The research results of the preassure dependence on the rolls forming mill from some technological parameters of profiling are provided in the article. While sweepy in the rolls forming mill one of the main parameters are the angle of profile elements bend under, bending radius (nominal), width of bended under profile element, mill setting up (relative clearance between rolls) and other factors. The influence of the observed parameters was studied using mathematical treatment of experiments, in particular in the correlation regression and dispersion analysis. Experimental and calculative linear regressions are introduced, for the last ones calculated regression equations with certainty factor of experimental data approximation are provided. The full vertical stress on the rolls can be represented in the four-part components: longitudinal bend stress, transverse stress, the additional stresses – strip deflection from calibration compression, frictional stress. The determination of longitudinal and transverse bend stresses is a great trouble, as the strip contact surface with the rolls have a strange character and are constantly being replaced not only deflection zone.

Key words: an effort; distribution law; variance analysis, rolls, mill.

УДК 553.7.031.2: 556.3.04

Y. Murtazin, A. Baikadamova
(Institute of hydrogeology and geoecology n.a. U. Akhmedsafin
Kazakh National Technical University n.a. K.I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan
e-mail: ainurchuk90@mail.ru)

THE USE OF GEOTHERMAL ENERGY IN TERMS OF THE ZHARKENT THERMAL WATER RESERVOIR

Abstarct. A geothermal energy is the energy that is extracted from the interior zones of the Earth for millions of years. According to the results of geological and geophysical studies, the temperature in the Earth's core fluctuates between 3000-6000 ° C, gradually decreasing in the direction from the center to its surface. For more effective use, geothermal energy is used in combined heat and power engineering. Since geothermal energy is renewable, environmentally friendly and can be used as a base load, in the future, it will become a source of energy. This will reduce the use of fossil fuels.

Key words: thermal water, geothermal energy, well, Zharkent hollow.

[1]Е. Муртазин, [2]А. Байкадамова
([1]ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии имени У.Ахмедсафина
[2]НАО «Казахский Национальный технический университет имени К.И.Сатпаева»
Алматы, Республика Казахстан, ainurchuk90@mail.ru)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ НА ПРИМЕРЕ ЖАРКЕНТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД

Аннотация. Геотермальная энергия - это энергия, которая выделяется из внутренних зон Земли на протяжении миллионов лет. По результатам геолого-геофизических исследований, температура в ядре Земли колеблется в пределах 3000-6000°С, постепенно снижаясь в направлении от центра к ее поверхности. Для более эффективного применения геотермальная энергия используется в комбинированной теплоэнергетике. Поскольку геотермальная энергия является возобновляемой, экологически чистой и может использоваться в качестве базовой нагрузки, в будущем, она станет источником энергии. Это уменьшит использование ископаемых видов топлива.

Ключевые слова: термальные воды, геотремальная энергия, скважина, Жаркетская впадина

Введение. В настоящее время, геотермальная энергия используется как в коммерческих целях, так и для производства электроэнергии, а также ее прямого использования. Запасы геотермальной теплоты (~ 8 * 1030Дж) в 35 млрд раз превышают годовое мировое потребление энергии. Лишь 1% геотермальной энергии земной коры (глубина 10 км) может дать количество энергии, в 500 раз превышающее все мировые запасы нефти и газа. Промышленное освоение геотермальных ресурсов (энергии горячих глубинных вод и пара) началось в 1916 году, когда в Италии ввели в эксплуатацию первую геотермальную электростанцию мощностью 7,5 МВт. За прошедший период, накоплен большой опыт в области практического освоения геотермальных энергоресурсов. Общая установленная мощность действующих геотермальных электростанций (ГеоТЭС) была: в 1975 г. - 1 278 МВт, в 1990 году - 7 300 МВт. Наибольшего прогресса в этом вопросе достигли США, Филиппины, Мексика, Италия, Япония [10, 11].

Использование геотермальной энергии. В недрах Земли есть подвижный и теплоемкий энергоноситель – вода, которая играет важную роль в тепловом балансе верхних геосфер. Вода насыщает все породы осадочного чехла. В жидком виде вода существует только до глубины 10-15 км, ниже при температуре примерно 700°С вода находится в газообразном состоянии. На глубине 50-60 км при давлениях около 3*104 атм исчезает граница фазовости, т.е. водяной газ приобретает такую же плотность, что и жидкая вода.

В любой части Земли, на определенной глубине, которая зависит от геотермических особенностей региона, залегают пласты горных пород, содержащие термальные воды (гидротермы). В связи с чем, в земной коре нужно выделить еще одну зону, которую можно условно назвать «гидротермальной оболочкой». Она прослеживается повсеместно, по всему земному шару только на разной глубине.

Температура подземных вод меняется в широких пределах, обусловливая их состояние, влияя на ее свойства и состав. В соответствии с температурой теплоносителя все геотермальные источники делят на гипотермальные, мезотермальные и эпитермальные.

К гипотермальным источникам обычно относятся источники горячей воды с температурой 200°С и которая практически не зависит от почвенных вод[9].

К мезотермальным источникам относятся источники с температурой воды 100-200 °С.

К эпитермальным источникам относятся источники горячей воды с температурой 50-90°С, расположенные в верхних слоях осадочных пород, куда проникают почвенные воды.

Геотермальная энергия может быть использована для выработки электроэнергии и для обогрева различных объектов. Геотермальное тепло можно преобразовывать в электричество, если температура теплоносителя достигает более 150°С. Как раз использование внутренних областей Земли для отопления является наиболее выгодным и эффективным, а также очень доступным. Прямое геотермальное тепло в зависимости от температуры может использоваться для отопления зданий, теплиц, бассейнов, сушки сельскохозяйственных и рыбопродуктов [12].

Геотермальные источники, согласно классификации Международного энергетического агентства, делятся на 5 типов:

1) месторождения геотермального сухого пара: сравнительно легко разрабатываются, но довольно редки.

2) источники влажного пара (смеси горячей воды и пара): встречаются чаще, но при их освоении приходится решать вопросы предотвращения коррозии оборудования ГеоТЭС и загрязнения окружающей среды (удаление конденсата из-за высокой степени его засоленности);

3) месторождения геотермальной воды (содержат горячую воду или пар и воду): представляют собой, так называемые, геотермальные резервуары, которые образуются в результате наполнения подземных полостей водой атмосферных осадков, нагреваемой близко лежащей магмой;

4) сухие горячие скальные породы, разогретые магмой (на глубине 2 км и более): их запасы энергии наиболее велики;

5) магма, представляющая собой расплавленные горные породы, нагретые до 1300 °С [2].

Геотермальные электростанции классифицируются по трем основным направлениям в зависимости от температуры, давления и химии жидкости.

Самая большая группа геотермальных электростанций в мире расположена в Гейзере, штат Калифорния, США. По состоянию на 2004 год пять стран (Сальвадор, Кения, Филиппины, Исландия и Коста-Рика) генерируют более 15% своих электричество из геотермальных источников (WEA, 2004).

Таблица 1. **Применение геотермальной энергии [3]**

Температура термальной воды, °С	**Сфера использования**
37–50	Бальнеология
50–70	Мелкомасштабная теплофикация, горячее водоснабжение, технологическое использование воды
70–120	Крупномасштабная теплофикация (города и большие сельскохозяйственные объекты), комплексное многоцелевое использование вод по мере выработки теплового потенциала
120–170	«Малая» электроэнергетика с использованием низкокипящих рабочих веществ типа фреона, аммиака и др.
170–220	«Средняя» электроэнергетика с прямым использованием пароводяной смеси
Больше 220	«Большая» электроэнергетика на природном сухом паре

Обоснование использования геотермальной энергии на примере скважины 3Т. Данное обоснование возможностей использования геотермальной энергии рассчитано исходя из следующих исходных данных

Таблица 2. **Краткие сведения по термальной скважине 3Т**

Показатели	Скважина 3Т
Местоположение скважин	Алматинская область, Панфиловский район, в 33 км южнее г.Жаркент
Глубина скважин, м	3281
Термоводоносный комплекс, интервал опробования, м	Верхнемеловые грубо- и среднезернистые песчаники, 2270-2350
Избыточное давление на устье скважины, м	220
Расход на самоизливе (дм3/с) при избыточном давлении, м	33,2 220
Температура воды на самоизливе, °С	66-72
Химический состав термальной воды	Минерализация воды 0,47 г/л Состав: гидрокарбонатно-сульфатный натриевый (%мг-экв: HCO_3-50, SO_4-32, Cl-14; Na+K 89, Ca-7, Mg-4)
Наличие охлаждающей воды для производства электроэнергии	в 50м от скв.3Т имеется действующая неглубокая скважина (300 – 400м), температура воды 12^0С
Климатические показатели, °С: максимальная температура воздуха средняя температура воздуха минимальная температура воздуха	+41,5 (июль) +9 (среднегод.) - 42 (январь)

Метеорологические данные

Система охлаждения электростанции зависит от температуры окружающего воздуха [4].

В качестве расчетной величины для электростанции будет использоваться среднегодовая температура в районе г. Жаркент. На рисунке 1 показаны годовые колебания температуры.

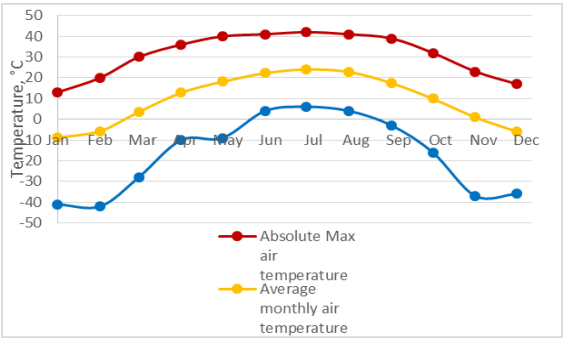


Рис. 1. Метеорологические данные в районе г. Жаркент

Таблица 3. **Химический состав термальных вод**

Наименование	Параметры	Скважина 3Т	Пояснение
Технологические параметры	Расход	33,2 л/с	
	Избыточное давление на устье скважин	220 м	
	Рабочее давление	220 м	
	t°	68-73°С	
Химический анализ	pH	8.6	Умеренно высокое число pH уменьшает растворимость HCO_3
	минерализация	406 мг/л	
	SiO_2	34.8 мг/л	Малая концентрация
	CO_3^{-2}	12.0мг/л	
	HCO_3^-	152.5мг/л	Ожидается небольшое образование окалины
	Cl^-	30,1мг/л	
	SO_4^{-2}	57.2мг/л	
	NO_3^-	1,6мг/л	
	NO_2^-	< 0,01мг/л	
	F^-	0,64мг/л	
	Na^+	108 мг/л	
	K^+	1.6 мг/л	
	Ca^{+2}	7 мг/л	
	Mg^{+2}	0.6 мг/л	
	NH_4^+	<0.05 мг/л	
	Fe^{+2}	<0.1 мг/л	
	Fe^{+3}	<0.1 мг/л	

Прежде чем определить соответствующий метод регулировки pH, необходимо проведение более обширного исследования воды. Данное исследование должно включать анализ любой газовой и/или паровой фазы в верхней части скважины. Если результаты данного анализа укажут на более низкое значение pH в скважине, риск образования отложения может оказаться минимальным[8].

Технологические схемы производства электроэнергии и тепла

Температура резервуара в Жаркентском месторождении слишком низкая для обеспечения работы геотермальной электростанции обычного типа. Единственным практически реализуемым вариантом для производства электроэнергии от геотермального потока с температурой 70-96°С является бинарная технология [5].

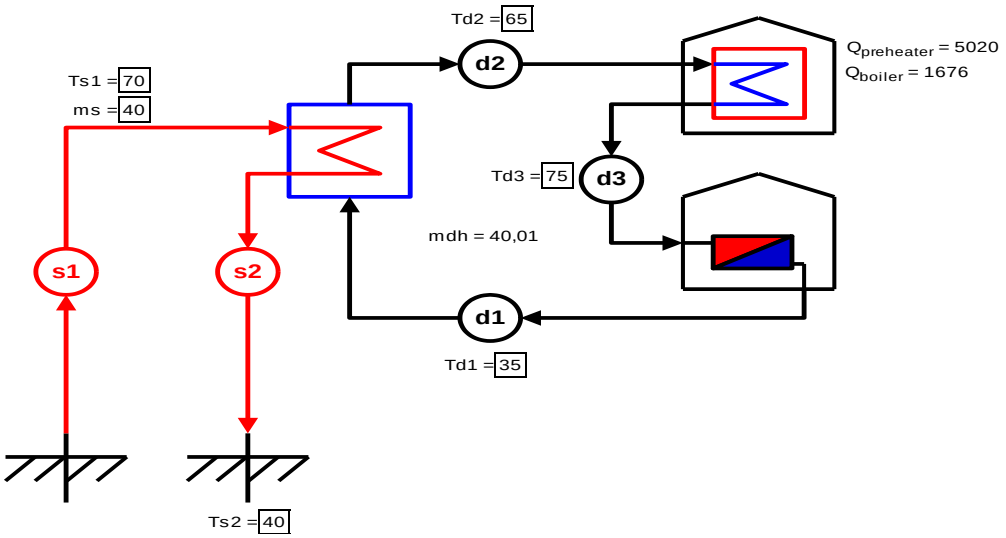


Рис. 4. Технологическая схема производства тепловой энергии от скважины 3Т

В последние десятилетия производство электроэнергии с использованием технологии бинарного цикла приобретает все большую популярность. Такая технология, является надежной и практически не имеет влияния на окружающую среду, кроме этого, позволяет использовать жидкости из менее горячих термальных источников, путем нагревания рабочей жидкости с более низкой температурой кипения.

На рисунке 4, изображена схема для максимального обеспечения теплом районной тепловой сети от скважины 3Т. В систему требуется добавить догревающий котел, так как температура геотермальной воды составляет 70°С.

Мощность, которая может быть извлечена из геотермального источника, во многом зависит от применяемой системы отопления. Например, если в помещении установлены системы типа 90/70°С, утилизация геотермальной энергии будет намного меньшей. С другой стороны, использование геотермального ресурса для другого применения *(не отопление)* приведет к увеличению отбора энергии [4].

Напольное отопление

Соотношение между геотермальной и пиковой нагрузками в дальнейшем может сложиться в пользу использования геотермальной энергии в системах напольного отопления помещений в новых зданиях в качестве конечного потребителя распределительной системы. В системах напольного отопления может использоваться горячая вода при температуре от 50-60°С до 35 °С. Рекомендуется использовать этот тип отопительных систем в новых зданиях. В старых помещениях, это может оказаться неоправданным, поскольку ведет к значительным затратам на переоборудование.

Горячее водоснабжение

Если горячая вода для бытовых нужд подается системой, то согласно оценкам потребуется 10% от общего массового расхода.

Системы снеготаяния

Тепло сбрасываемое с районных систем теплоснабжения может использоваться для систем снеготаяния на тротуарах и парковках. Системы снеготаяния обычно представляют собой соотношение подачи/ возврата 35/15, что соответствует тепловой нагрузке 84 кДж/кг [4].

Тепличное хозяйство

Овощи, фрукты, пряности и цветы, являются наиболее распространенными видами, которые выращиваются в теплицах, отапливаемых с использованием геотермального источника энергии. Оптимальная температура выращивания зависит от вида растений, например, помидоры выращивают при температуре 20-21°С, розы при температуре 20-25°С. Проектная нагрузка теплиц рассчитывается исходя из комплекса требований к температуре воздуха, естественному охлаждению, освещению и кондиционированию воздуха. Это необходимо исследовать дополнительно с учетом детальной информации касающейся погодных условий, количества световых часов, а также выращиваемых видов растений [6].

Оздоровительный комплекс

Использование геотермальной энергии в водолечебницах и других банных учреждениях, является очень эффективным. Водавбассейнахчастоимееттемпературу26-29°С, авваннах38-42°С. Тепловая нагрузка для использования геотермальной энергии, таким образом, зависит от многих факторов, таких как кондуктивный и конвективный теплообмен, и теплопередача между бассейном и окружающей средой. Температура наружного воздуха, скорость испарения, осадки, тип системы (замкнутая или другая) также играют важную роль в данной конструкции [14].

Вывод. Производство тепловой энергии, является очень выгодным вариантом при условии его использования в качестве элемента базовой нагрузки предварительного нагревания для системы районного теплоснабжения. Использование и применение нетрадиционных экологически чистых источников энергии (термальные подземные воды) для этого региона, является важнейшим фактором рационального использования и экономии, традиционно не возобновляемых энергетических ресурсов (уголь, нефть, газ и др.).

ЛИТЕРАТУРА

[1] Гарипов М. Г., Гарипов В. М. Геотермальная энергетика// Вестник Казанского технологического университета. – 2014., – Стр. 215-223

[2] https://gisee.ru/articles/geothermic-energy/24511/

[3] http://energetika.in.ua/ru/books/book-5/part-1/section-2/2-8

[4] Акылбекова А.Ж., Кан С.М. Отчет о НИР Создание комплекса производства тепловой и электроэнергии на основе геотермальной энергии Жаркентского месторождения геотермальных вод в Алматинской области. – Алматы. – ИгиГ. – 2015. – 57 с.

[5] Теплоэнергетические подземные воды: www.mineral.ru/Facts/russia/ 131/291/index.html

[6] Предложения по основным направлениям использования в народном хозяйстве термальных ресурсов Южного Казахстана: отчет Новосибирского отделения «Теплоэнергопроект». –Новосибирск. –1976. –44 с.

[7] Вялов В.Д., Калугин О.А., Сульдина О.В., Курмангалиева Ш.Г. Мониторинг геотермальных скважин Жаркенского артезианского бассейна// Материалы XI ежегодной международной научно-практической конференции на тему «Структурные изменения и развитие общества»: КНУ. –Алматы. – 2014. – Стр. 211-218

[8] Муртазин Е.Ж.,Кан С.М, Вялов В.Д., Сульдина О.В., Курмангалиева Ш.Г. Калугин О.А. К вопросу использования геотермальных вод Жаркентского артезианского бассейна// Известия НАН РК. –Алматы. –2014. – № 6.

[9] Калугин О.А., Кан С.М., Тлеуова Ж.Т. Некоторые особенности современного состояния термоминераль-ных вод Южного Казахстана// Известия НАН РК, серия геологии и технических наук. –Алматы. –2015. –№ 5. – Стр. 34-42

[10] Использование геотермальных ресурсов в Исландии [Электронный ресурс]: URL: //http://sovet-geotherm.ginras.ru/07_04_Iceland.htm

[11] Вода – источник тепловой энергии [Электронный ресурс]: URL: //watersite.ru/voda-istochnik-teplovo

[12] Баева А.Г., Москвичёва В.Н. Геотермальная энергия: проблемы, ресурсы, использование. Изд. М.: СОАН СССР, Институт теплофизики, –1979. – 350 с.

[13] Муртазин Е.Ж., Байкадамова А., Кисмельева Б., Комплексное использование термальных вод скважины 3-Т Жаркентской впадины, Вестник КазНИТУ, 7 номер, 2017 год

[14]Создание опытного производства и разработка принципиальной технологической схемы каскадного использования водно-энергетического потенциала Жаркентского месторождения геотермальных вод для нужд международного центра приграничного сотрудничества «Хоргос» и населенных пунктов Панфиловского района Алматинской области: отчет НИР (промежуточный)/ ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина». - Алматы, 2012. - 88 с. - Инв. № 0212РК01125

[15] Абсаметов М.К., Касымбеков Д.А., Муртазин Е.Ж. Перспективы освоения гидрогеотермальных и гидроминеральных ресурсов Казахстана. /Ж. Вестник КазНАЕН.- Астана, № 4.- 2013

Муртазин Е., Байкадамова А.

Жаркент кенішінде термал суын геотермалдық энергияға пайдалану

Түйіндеме. Бұл мақалада геотермалдық энергия мәселесі талқыланады. Геотермалдық энергияны тиімді пайдалану үшін бірлескен жылу және энергетикада қолданылады. Геотермалдық энергия жаңартылатын, экологиялық таза және негізгі жүктеме ретінде пайдаланылуы мүмкін болғандықтан, болашақта ол энергия көзі болады. Бұл қазба отын пайдалануды азайтады.

Негізгі сөздер. Термалды су, геотермалды энергия, ұңғыма, Жаркент ойығы.

Murtazin Y., Baikadamova A.

The use of geothermal energy in terms of the Zharkent thermal water reservoir

Summary. The geothermal energy is discussed in the article. For more effective use, geothermal energy is used in combined heat and power engineering. Since geothermal energy is renewable, environmentally friendly and can be used as a base load, in the future, it will become a source of energy. This will reduce the use of fossil fuels.

Key words: thermal water, geothermal energy, well, Zharkent hollow.

Z.B. Rakishev, K.K. Kussembayeva, A.K. Sakhayeva
(Al-Farabi KazNU, Almaty, Kazakhstan)

THE METHODS OF STUDY OF THE CASPIAN SEA POLLUTION

Abstract. The Caspian Sea is a large closed water body belonging to five countries: Kazakhstan, Russia, Azerbaijan, Iran and Turkmenistan. Currently, the Caspian Sea is subject to a large-scale pollution, which can be conditionally divided into the following groups: pollution caused by significant periodic fluctuations in the sea level, air pollution, pollution caused by inflowing rivers, and oil pollution. The latest is one of the most significant problems for all riparian countries. The article provides the study overview on pollution of the Caspian Sea conducted by scientists of riparian countries, describes the methods used by them, the results obtained.

Key words: pollution of the Caspian Sea, methods of pollution, oil pollution, satellite data, satellite altimetry.

З.Б. Ракишев, К.К. Кусембаева, А.К.Сахаева
(КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан)

К ВОПРОСУ О МЕТОДАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Аннотация. Каспийское море является крупным закрытым водоемом, принадлежащим пяти странам: Казахстану, России, Азербайджану, Ирану и Туркменистану. В настоящее время Каспийское море подвергается масштабным загрязнениям, которые можно условно поделить на следующие группы: загрязнения, вызванные

значительными периодическими колебаниями уровня моря, атмосферные загрязения, загрязнения, внесенные впадающими реками, и нефтяные загрязнения. Последние являются одной из самых значимых проблем для всех прибрежных стран. В статье приводится обзор исследований по загрязнению Каспийского моря, проводимых учеными прибрежных стран, описываются применяемые ими методики, полученные результаты.

Ключевые слова: загрязнение Каспийского моря, методы загрязнения, нефтяные загрязнения, спутниковые данные, спутниковая альтиметрия.

Каспийское море является крупным закрытым водоемом, принадлежащим пяти странам: Казахстану, России, Азербайджану, Ирану и Туркменистану. В настоящее время Каспийское море подвергается масштабным загрязнениям, которые можно условно поделить на следующие группы: загрязнения, вызванные значительными периодическими колебаниями уровня моря, атмосферные загрязения, загрязнения, внесенные впадающими реками, и нефтяные загрязнения. Последние являются одной из самых значимых проблем для всех прибрежных стран.

Изменение уровня моря является немаловажным фактором загрязнения. Период колебаний уровня воды в Каспийском море составляет 20-25 лет. С 2007 года уровень воды в море снизился на 0,56 метра и в 2014 году составил 27,43 метра по балтийской системе высот [1]. Это создает социально-экономические и экологические проблемы в береговой зоне. Если уровень моря значительно снизится, возникнет необходимость заново перестраивать все здания гидроэлектростанций, водосбросные сооружения, водоспускные и водовыпускные сооружения и сооружения, предназначенные для защиты от наводнений, разрушений берегов и дна водохранилища. Это может повлиять и на миграционные пути к местам нереста рыб. Уменьшается площадь зеркала воды, что может привести к отрицательным изменениям в климатических условиях бассейна. В случаях поднятия уровня воды под угрозой затопления оказываются промышленные и хозяйственные объекты, что может привести к образованию болотных площадей, общему ухудшению экологии моря.

Изучением этой проблемы активно занимаются иранские ученые [2]. Ими были созданы модели формирования и устойчивости береговой зоны Иранского побережья Каспийского моря в условиях колебания уровня моря. В своих исследованиях они использовали гидродинамические данные, в том числе метеорологические отчеты с учетом преобладающих ветров в южном Каспии и образовании волн в этом районе.

В Казахстане Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина исследует распространение загрязнений по Каспийскому морю на основе гидрогеологических условий [3]. Выполненное ими моделирование позволило оценить влияние возможного повышения уровня воды в Каспии на подземные воды побережья. То есть, положение зоны подтопления определяется, в первую очередь, прогнозированием уровня воды в Каспии и очертанием поверхности прибрежной зоны. Ширина прибрежной зоны зависит от гидрогеологических условий конкретных участков побережья. Также на режим подземных вод прибрежной части оказывают воздействие нагонные явления, которые весьма существенно влияют на отдельных участках.

Атмосферные загрязнения возникают за счет нефтяных и урановых месторождений, близко расположенных к морю, таких как Тенгиз, Карачаганакское нефтегазоконденсатное месторождение, Гран, Мартыши, Жанаталап, Бузучи, Каражанбас. При разработке данных месторождений в состав выбросов входят углеводороды, сероводород, окислы серы, азота, углерода, которые попадают в атмосферу и адсорбируются подстилающей поверхностью. Атмосферные загрязнения исследуются в работах ученых всех прибрежных стран [4] - [7].

Проблемы загрязнения Каспийского моря являются также следствием истории экономического развития прибрежных стран, т.к. в значительной степени зависят от экологического состояния рек, впадающих в море. Впадающих рек, в зависимости от сезона, в среднем, около 105, при этом наибольший вклад в загрязнение вносят Волга, Урал, Кума и Кура [8]. Расположенные вдоль рек промышленные и сельскохозяйственные производства сбрасывают отходы в бассейны рек. Кроме того, затонувшие и брошенные плавсредства, в том числе нефтеналивные, пассажирские, грузовые судна, представляют дополнительную реальную опасность для экологии рек, что непосредственно влияет и на экологию Каспийского моря [9], [10].

Изучением этой проблемы активно занимаются азербайджанские ученые, которые исследовали влияние впадающих рек (Волга, Урал, Кура, Кума,) на загрязнение моря [11]. Ими была разработана модель численного моделирования случайных коротких волн в прибрежных районах с мелководьем и окружающими течениями для рассчета распространения загрязнений, основанная на численном решении сеточными методами уравнения баланса волновой энергии или волнового действия в спектральной форме. Модель обусловлена граничными условиями и локальными ветрами. Результаты моделирования хорошо согласуются с лабораторными наблюдениями и (обобщенными) полевыми наблюдениями.

Что касается нефти, то по расчетам специалистов, ее запасы в Казахстанском секторе Каспия составляют 7 млрд тонн, Азербайджанском секторе – 3,5-4 млрд тонн, в Туркменском секторе – 2 млрд тонн, в Российском секторе – 0,3-0,7 млрд тонн. Предполагаемый общий запас нефти в Каспийском море превосходит 200 млрд баррелей, что дает основание считать этот регион одним из крупнейших мировых центров углеводородного сырья [12]. Соответственно ведется активная добыча нефти, что приводит к тому, что основную долю в загрязнение Каспийского моря вносят морские нефтяные месторождения. Нефть попадает в море при добыче и разведочном бурении, при авариях на месторождениях, подводном ремонте скважин, также из переполненных нефтехранилищ, созданных на искусственных островах, негерметичных трубопроводов, проложенных по дну моря от эскалад, при ее перевозке и перегрузке на берег. Самым крупным шельфовым нефтегазовым месторождением является Кашаган, принадлежащий Казахстану. Добыча нефти на Кашагане в настоящее время достигла 650 тысяч тонн в месяц, что увеличивает риски нефтяных загрязнений. Вследствие указанных причин изучению и моделированию аварийных разливов нефти посвящено наибольшее число научных работ ученых всех прибрежных стран.

Азербайджанскими учеными рассмотрен характер распространения нефти на акватории Северного Каспия на основе метеорологических данных [11], [13]. Ими было выявлено снижение концентрации загрязняющих веществ по глубине разреза водоёма, с увеличением скорости ветра, течений, силы волнения.

В Казахстане исследованиям загрязнений Каспийского моря посвящены работы разных исследовательских групп.

Институт нефти и газа РК занимается созданием и сопровождением цифровых и геодинамических моделей месторождений и нефтегазоносных бассейнов Республики Казахстан [14]. Группа изучает геологическое и математическое моделирование природных нефтяных и газовых систем Каспийского региона, оценивая роль техногенного фактора. Исследуются разные пути для сокращения технологических потерь нефти и газа вместе с разработкой методов сокращения объемов вредных выбросов в атмосферу и внедрением методов и средств борьбы с нефтяными загрязнениями окружающей среды.

Группа ученых КазНУ им. аль–Фараби решает задачу математического моделирования процесса заполнения и миграции нефти в Каспийском море в зависимости от погодных условий [15]. Теоретическая основа математической модели процесса состоит из гидродинамических уравнений моря, уравнений переноса и изменений концентрации масляной компоненты, при этом учитывается уравнение непрерывности, выражающее инвариантность общего количество массы залитого масла, которое образовало пленку на поверхности моря. В результате определяется траектория миграции, изменение концентрации и температуры нефтяного пятна на поверхности моря из стационарного источника в зависимости от погодных условий. Эта модель позволяет рассчитать площадь и определить траекторию миграции нефтяного пятна на Каспийском море в зависимости от погодных условий и провести численное моделирование разливов нефти в открытом море при разных начальных массах разлитой нефти.

С развитием космической техники и технологий для решения подобных задач ученые активно применяют спутниковые данные.

Институт ионосферы Национального центра космических исследований и технологий проводит целый ряд исследований по Каспийскому морю [16]. Учеными Института был создан адаптированный к условиям региона программный комплекс, который позволяет моделировать движение нефтяных пятен на морской поверхности с использованием спутниковых изображений, на основе пространственной и временной информации о распределении нефтяного загрязнения в море и его изменении во времени, имеется возможность выявлять причину и источники загрязнения.

Группа ученых Института космических исследований им. академика У.М. Султангазина на основе метерологических данных и материалов космической сьемки занимается картированием береговой линии и оценкой экологического состояния Прикаспийского региона, проводит мониторинг режима наполнения водохранилищ, нефтяных загрязнений акватории Каспийского моря, аварий на нефтепромыслах и нефтепроводах, а также моделированием процессов распространения нефтяного разлива. Ими была составлена прогнозная картограмма загрязнений [17].

В последние годы активно используются данные спутниковой альтиметрии. Спутниковая альтиметрия – широко применяемый метод измерения высоты спутника относительно поверхности Земли по времени прохождения сигнала, посылаемого и получаемого после отражения от поверхности спутником [18]. Метод спутниковой альтиметрии широко используют в геодезии, географии, океанологии, геологии и т.д. Альтиметрия служит для решения геодезических задач и гравитационного зондирования, в частности, для определения гравитационного поля Земли и уточнения модели выпуклой замкнутой поверхности [19], [20]. При помощи спутниковой альтиметрии можно изучать атмосферные явления, морскую метеорологию и влияние особенностей и условий океана на погоду. Данные спутниковой

альтиметрии позволяют вычислять высоту волн, скорости ветра в реальном времени и получать улучшенную модель прогнозирования погоды с помощью ассимиляции полученных данных [13]. Благодаря возможности измерения сильных ветров и очень высоких волн, спутниковая альтиметрия является выгодным методом для изучения ураганов. Кроме того, этим методом определяются температурные особенности, которые могут повлиять на усиление штормов [19]. Для исследования водоемов методом спутниковой альтиметрии важна возможность получения цифровых данных по величине высоты морской поверхности, что позволяет исследовать изменчивость динамики водоема с достаточно высокой точностью [4].

Российские ученые применяют спутниковую альтиметрию для мониторинга нефтяных загрязнений, используя радиолокаторы с синтезированной апертурой [20],[21]. В ходе исследований применялась методика картографирования динамики нефтяных загрязнений в акватории Каспийского моря. За основу было взято компьютерное дешифрирование радиолокационных снимков и применение ГИС-технологий для обработки данных. В результате была создана цифровая карта загрязнения моря нефтепродуктами.

Как мы видим, в некоторых работах методы спутниковой альтиметрии для исследования процессов загрязнения Каспийского моря уже применялись, однако данные исследования проводились без учета волнового климата водоема. Задача в данной постановке решается эстонскими учеными, объектом исследования которых является Балтийское море [22], [23]. По данным спутниковой альтиметрии была построена математическая модель волнового климата закрытого моря, которая показала хорошее совпадение с локальными измерениями. Проблеме распространения загрязнений была посвящена работа [24], где были изучены возможности спонтанного образования поверхностных пятен с высокой концентрацией загрязняющих веществ через временные корреляции поля сходимости и переноса в закрытых морях. Исследовалось влияние сжимаемости двумерного потока поля скоростей на перенос и перемещение плавающих веществ на поверхности моря наложением на трехмерную циркуляцию. Объектом исследования являлся Финский залив Балтийского моря, где вероятны большие изменения сжимаемости потока. Сжимаемость поверхности моря оценивалась с использованием соотношений относительных изменений площади поверхности с аналогичными изменениями краев. Были рассчитаны приблизительные значения конечной сжимаемости за определенный промежуток времени, в течение которого отслеживается движение элемента. Полученные результаты хорошо коррелируют с локальными данными.

Исследование процессов распространения загрязнений в Каспийском море для обеспечения техногенной безопасности является своевременной и важной задачей. Представляется возможной разработка модели распространения загрязнений для северной и северо-восточной части Каспийского моря, в особенности в области расположения месторождения Кашаган, на основе применения вышеуказанной методики, созданной для закрытого моря. Данная модель должна использовать возможности метода спутниковой альтиметрии и учитывать математическую модель волнового климата Каспийского моря.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Изменения уровня Каспийского моря. [Электронный ресурс]URL: http://www.window2baku.com/Caspian/caspianlevel.htm [Дата обращения: 27.04.2018]

[2] Iran devises new plan to deal with Caspian Sea pollution. // AZERNEWS [Thursday April 19 2018]. [Электрон.ресурс] URL: https://www.azernews.az/region/89203.html [Дата обращения: 27.04.2018]

[3] Деятельность Института. [Электронный ресурс]URL: http://www.hydrogeology.kz/deyatel-nost-instituta [Дата обращения: 20.04.2018

[4] Лебедев С.А., Костяной А.Г., Лаврова О.Ю., Динамика Каспийского моря по данным спутниковой альтиметрии // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2015. – Т.12. - № 4. – с. 72-85.

[5] Митягина М.И., Лаврова О.Ю. Многолетний комплексный спутниковый мониторинг нефтяных загрязнений поверхности Балтийского и Каспийского морей // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т 9. № 5. С. 269–288.

[6] Каспийское море – жертва какнлизации и нефтяных отходов. // Газета «Хамшахри». [Электронный ресурс]URL: http://parstoday.com/ru/news/iran-i19318 [Дата обращения: 27.04.2018]

[7] Абуталиева И.Р. Нефтегазоносность и основные источники углеводородного загрязнения северного каспия. // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2005, с. 158-162.

[8] Емельянова В.П. и др. Оценка качества поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям. Гидрохимические материалы, М.: Наука, 1983, т.86, с. 119 – 129.

[9] Заливы, реки и порты.// Azerbaijan.az. [Электронный ресурс]URL: http://www.azerbaijan.az/portal/Nature/Caspian/caspian_r.html?caspian_04 [Дата обращения: 20.04.2018]

[10] Беркелиева Л.К. Загрязнение Каспийского моря. // CrudeAccountability. [Электронный ресурс]URL: http://www.caspinfo.org/ru/library/books/book_004/08.shtml. [Дата обращения: 27.04.2018]

[11] Гюль А.К., Фараджаева Л.Н. О распределении техногенных примесей в северном Каспии. Вестник Бакинского университета. 2010, №3, с.160-166.

[12] Зейналова К.З. Экологическое состояние Каспийского моря и охрана ее акватории от загрязнения нефтепродуктами. Науки о Земле. 2015. №4-2(44) с. 99-101.

[13] Гасангаджиева А.Г., Абдурахманов Г.М., Габибова П.И., Даниялова П.М.. Загрязнение побережья каспийского моря нефтяными углеводородами и тяжелыми металлами и заболеваемость населения северного Дагестана злокачественными новообразованиями. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2006. – – с. 77-79.

[14] Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы. [Электронный ресурс]URL: http://www.king.kz/services.html [Дата обращения: 27.04.2018]

[15] Assylbekuly A., Abdibekova A.U., Zhakebayev D.B. Numerical simulation of the migration of oil slick on the surface of the Caspian sea. // Вестник КазНУ, 2016 №2. – с. 1-8.

[16] Разработать технологии наземно-космических мониторинговых наблюдений за развитием геодинамических процессов на территории Прикаспийского региона и прогнозирования месторождений углеводородного сырья. [Электронный ресурс]URL: http://www.spaceres.kz/ru/category/dtoo [Дата обращения: 27.04.2018]

[17] Жантаев Ж.Ш., Абсаметов М.К., Бекмухамедов Б.Э., Акназарова Р.Б., Мухамедгалиев А.Ф., Муратова Н.Р., Шагарова Л.В., Батырбаева М.Ж.. Современное состояние и перспективы развития дистанционного зондирования Земли в Национальном центре космических исследований и технологий РК. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т.9. №5. с. 77-88.

[18] Ракишева З.Б., Кусембаева К.К.. О задаче исследования волнового климата каспийского моря с помощью спутниковой альтиметрии. // «Вестник КазНПУ» 2017. 2-том. №2, с. 190-194.

[19] Лебедев С.А., Костяной А.Г. Спутниковая альтиметрия Каспийского моря. М.: Издательский центр «МОРЕ» Международного института океана, 2005. – 366 с.

[20] Лаврова О.Ю., Митягина М.И., Костяной А.Г. Спутниковые методы выявления и мониторинга зон экологического риска морских акваторий. – М.: ИКИ РАН, 2016. – 334 с.

[21] Черняев А.В., Павлов А.А., Моделирование процессов распространения нефтяных загрязнений по акватории малых водотоков. // Записки Горного института. Т. 203., Санкт-Петербург. 2013. с. 237-241.

[22] Soomere T., Männikus R., Pindsoo K., Kudryavtseva N., Eelsalu M.. Modification of closure depths by synchronisation of severe seas and high water levels. // Geo-Marine Letters. February 2017, Volume 37, Issue 1, pp 35–46.

[23] T.Soomere, S. Keevallik. Anisotropy of moderate and strong winds in the Baltic proper // Oceanologia, 53 (1-TI), 2011. pp. 335–371

[24] Jaan Kalda, Tarmo Soomere, Andrea Giudici. On the finite-time compressibility of the surface currents in the Gulf of Finland, the Baltic Sea. Journal of Marine Systems 129. 2014. pp. 56–65.

Ракишева З.Б., Кусембаева К.К., Сахаева А.К.

Каспий теңізінің ластануын зерттеу әдістері туралы

Түйіндеме. Каспий теңізі – Қазақстан, Ресей, Әзербайжан, Иран және Түрікменстан – бес еліне тиесілі әлемдегі ең ірі жабық су қоймасы болып табылады. Қазіргі уақытта, Каспий теңізінің ауқымды ластануын келесі топтарға бөліп қарастыруға болады: теңіз деңгейіндегі айтарлықтай мерзімді ауытқулардан туындаған ластану, атмосфералық ластану, ағынды өзендермен ластану және мұнай арқылы ластану. Әсіресе соңғы ластану түрі барлық жағалау елдері үшін ең маңызды мәселелердің бірі. Мақалада жағалау елдерінің ғалымдарының Каспий теңізінің ластануы бойынша жасалған ғылыми зерттеулерімен, қолданылған әдістері және нәтижелері көрсетілген.

Түйін сөздер: Каспий теңізінің ластануы, ластану әдістері, мұнай, серіктік деректер, серіктік альтиметрия.

Rakisheva Z.B., Kussembayeva K.K., Sakhayeva A.K.

The methods of study of the caspian sea pollution

Abstract. The Caspian Sea is a large closed water body belonging to five countries: Kazakhstan, Russia, Azerbaijan, Iran and Turkmenistan. Currently, the Caspian Sea is subject to a large-scale pollution, which can be conditionally divided into the following groups: pollution caused by significant periodic fluctuations in the sea level, air pollution, pollution caused by inflowing rivers, and oil pollution. The latest is one of the most significant problems for all riparian countries. The article provides a study overview on pollution of the Caspian Sea conducted by scientists of riparian countries, describes the methods used by them, the results obtained.

Key words: pollution of the Caspian Sea, methods of pollution, oil pollution, satellite data, satellite altimetry.

УДК 665.63:51.001.57

B.B. Orazbayev, D.O. Kozhahmetova, K.N. Orazbayeva, G.A. Zhanbirova
(1 Eurasian National University named after L.N. Gumilev, Astana, Republic of Kazakhstan,
2Kazakh University of Economics, Finance and International Trade, Astana, Republic of Kazakhstan,
3Atyrau State University n.a. H. Dosmukhamedov, Atyrau, the Republic of Kazakhstan,
E-mail: batyr_o@mail.ru, dinara_kozhahmetova@mail.ru)

DECISION MAKING OBJECTIVES TO MANAGE THE REFORMING UNIT OF THE CATALYTIC CRACKING DEVICE AND THE HEURISTIC METHODS FOR THEIR SOLUTION

Abstract. Mathematical arrangements of the decision-making multi-criteria tasks for managing the catalytic reforming unit in a catalytic reforming device in the indistinct ambient are formulated and received, and heuristic methods for their solution are worked out, which are brought to interactive algorhithms on the basis of various compromise schemes. The proposed algorithms based on the knowledge and experience of the experts make it possible to obtain the most efficient solutions in selecting the operating modes and controlling the reforming process.

Keywords: decision making, multi-criteria optimization, reforming, heuristic methods, compromise schemes.

[1]Б.Б. Оразбаев, [1]Д.О. Кожахметова, [2]К.Н. Оразбаева, [3]Г.А. Жанбирова
([1]Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Республика Казахстан,
[2]Казахский университет экономики, финансов и международной торговли, Астана, Республика Казахстан,
[3]Атырауский государственный университет им. Х.Досмухамедова, Атырау, Республика Казахстан,
E-mail: batyr_o@mail.ru, dinara_kozhahmetova@mail.ru)

ЗАДАЧИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ БЛОКОМ РИФОРМИНГА УСТАНОВКИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА И ЭВРИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ

Аннотация. Сформулированы и получены математические постановки многокритериальных задач принятия решений по управлению блоком каталитического риформинга установки каталитического риформинга в нечеткой среде и разработаны эвристические методы их решения, которые на основе различных компромиссных схем доведены до диалоговых алгоритмов. Предложенные алгоритмы на основе знаний и опыта специалистов-экспертов, лица принимающего решения (ЛПР) позволяет получить оптимальные решения при выборе режимов работы и эффективно управлять процессом риформинга.

Ключевые слова: принятия решений, многокритериальная оптимизация, риформинг, эвристические методы, компромиссные схемы.

1. Введение. На практике часто возникают задачи принятия решений (ПР) по выбору оптимальных режимов работы технологических объектов для эффективного управления производством, которое характеризуется многокритериальностью, а также нечеткостью исходной информации. Большое количество параметров и многокритериальность таких реальных технологических объектов, дефицит и нечеткость исходной информации необходимой для математического описания их усложняет формализацию, математической постановки и решению таких задач [1–3].

В последние время в научной литературе и публикациях активно обсуждаются проблемы и подходы к решению многокритериальных задач ПР для оптимального управления производством [4–7], в том числе и в условиях нечеткости исходной информации [2,8]. Методы решения этих задач в нечеткой среде основаны на применение методов теорий нечетких множеств [1,3,4,9]. Исследуемые и решаемые в данной работе задачи ПР по управлению режимами работы технологических объектов нефтепереработки связаны с важными научными и практическими вопросами теории принятия решений, теории нечетких множеств, методов математического моделирования и многокритериальной оптимизации, является весьма актуальной задачей нефтеперерабатывающей отрасли. При постановке и решении проблемы используются идеи компромиссных схем принятия решений, модифицированные и адаптированные к условиям нечеткости исходной информации [2,8]. Так как, многие технологические объекты в производственных условиях характеризуются многокритериальностью и нечеткостью исходной информации и критериев управления, исследуемые и решаемые задачи являются актуальной задачей теории и практики принятия решений и управления.

Целью данной работы является формализация и постановка задачи ПР по управлению режимами работы многокритериальных технологических объектов с учетом нечеткости исходной информации, а

также разработка эффективных методов их решения на основе эвристики, работающих в диалоговом режиме. Для достижения поставленной цели и решения проблем многокритериальности и нечеткости исходной информации в разработанных методах используются идеи известных принципов оптимальности и компромиссных схем принятия решений, модифицированные и адаптированные к условиям нечеткости исходной информации на основе методов теории нечетких множеств и возможностей.

2. **Постановка задачи.** Постановка и решения задач принятия решений по оптимальному управлению технологическим процессом, протекающим в технологическом комплексе блока каталитического риформинга затруднены из-за большого количества и многообразия параметров, определяющих течение процессов каталитического риформинга, из-за внутренних связей между параметрами технологического комплекса, из-за математически неформализуемого действия человека-оператора, являющейся активным элементом в процессе управления. Кроме того, при решении задач принятия решений по управлению такими объектами часто возникает ряд проблем, связанных с множеством противоречивых и нечетко описываемых критериев, определяющих качество работы объекта. В этих случаях при решении задач ПР основными источниками информации станут человек-оператор, его знания, опыт, интуиция и суждения, которые выражаются словесно, качественно т.е является нечеткой информацией.

Сформулируем математическую постановку задач ПР в условиях рассмотренных проблем многокритериальности и неопределенности, вызванной нечеткостью доступной информации.

Пусть $f(x) = f_1(x),..., f_m(x)$ вектор локальных критериев, оценивающий качество работы, технологического комплекса блока риформинга. Например: $f_1(x)$, $f_2(x)$, $f_3(x)$ – соответственно, выход вырабатываемых продуктов – объем катализата, сухого газа и ВСГ (водородсодержащий газ); $f_4(x)$, $f_5(x),\ldots,f_{14}(x)$ – качественные показатели выходных продуктов (например, для катализата – бензина: октановое число; фракционный состав по ГОСТу – 10% и 50% отгонка; давление насыщенных паров; содержание фактических смол, содержание водорастворимых кислот и щелочей; для сухого газа: содержание водорода, метана, этана, пропана, изобутана и н-бутана; для ВСГ: водород в % об.; удельный вес), $f_{15}(x)$, $f_{16}(x),\ldots,f_{23}(x)$ – критерии оценок экологической безопасности, например, твердые, жидкие и газообразные отходы и выбросы (отработанные катализаторы, сточные воды, выбросы в атмосферу – углеводородные (УВ) газы, сероводород, сернистый ангидрид, окись углерода, двуокись азота, сажа), а также ущерб от загрязнения окружающей среды нефтепродуктами и отходами переработки [10].

Каждый из m критериев зависит от вектора n параметров (управляющих воздействий, режимных параметров) $x = (x_1,..., x_n)$, например: температуры и давления реакторов, печи и др.; состава сырья, характеристик катализаторов и т.д. Эту зависимость описывают модели процесса риформинга. На практике всегда имеются различные ограничения, которые можно описать некоторыми функциями – ограничениями $\varphi(x) \geq b_q,\ q = \overline{1, L}$. Следует отметить, что некоторые из локальных критериев и ограничений сводятся к качественным ограничениям вида не более или не менее чем b_q $(\varphi(x) \tilde{\geq} b_q)$. Режимные, управляющие параметры также имеют свои интервалы изменения, задаваемые технологическим регламентом установки: $x_j \in \Omega = [x_j^{\min}, x_j^{\max}]$, $x_j^{\min}, x_j^{\max}$ – нижний и верхний пределы изменения параметра x_j. Эти ограничения могут быть нечеткими ($\tilde{>}, \tilde{<}, \cong$).

Требуется выбрать оптимальное решение – оптимальные значения режимных параметров (вектора управления), обеспечивающее экстремальное значение вектора критериев при выполнении заданных ограничений и нечеткости некоторых исходных данных, а также учитывающее предпочтения лица, принимающего решения (ЛПР).

Формализованную задачу в условиях многокритериальности и нечеткости можно записать в виде следующей задачи ПР:

$$\max_{x \in X} f_i(x),\ i = \overline{1, m} \tag{1}$$

$$X = \{x \in \Omega,\ \varphi_q(x) \tilde{\geq} b_q,\ q = \overline{1, L}\} \tag{2}$$

Решением данной задачи является значение вектора режимных параметров $x^* = (x_1^*,..., x_n^*)$, обеспечивающее такие значения локальных критериев, которые удовлетворяют ЛПР.

Если часть или все элементы приведенной задачи (критерии, ограничения, важность критериев и ограничений) описаны не количественно, а качественно (нечетко), то такая задача называется задачей

ПР в нечеткой среде. В известных методах решения таких задач, в основном, рассматриваются однокритериальные случаи, нет гибкости в учете предпочтений ЛПР [11,12]. При этом, как правило, нечеткая задача на этапе постановки заменяется эквивалентной детерминированной, что приведет к потере части информации.

Во многих случаях качественные факторы (нечеткие высказывания, суждения) являются основными и привычными для человека. Преобразование нечеткого описания в количественное не всегда удается или оказывается нецелесообразным. В связи с этим, в данной работе предложен наиболее перспективный подход, основанный на разработке методов ПР, приспособленных к человеческому языку, к качественным факторам любого характера, к человеческим процедурам принятия решений, которые ставятся и решаются в нечеткой среде, не преобразуя их к детерминированным задачам, т.е не теряя доступной информации нечеткого характера.

Таким образом, сведем задачу (1) – (2) к многокритериальной задаче ПР с учетом качественного характера исходной информации.

Пусть $\mu_0(x) = (\mu_0^1(x),..., \mu_0^m(x))$ – нормализованный вектор критериев – $f_i(x)$, $i=\overline{1,m}$, оценивающий критерии управления блока каталитического риформинга. Допустим, что для каждого нечеткого ограничения $\varphi(x) \geq b_q,\ q=\overline{1,L}$ построена функция принадлежности его выполнения $\mu_q(x),\ q=\overline{1,L}$. Известен либо ряд приоритетов для локальных критериев $I_k = \{1,\ldots,m\}$ и ограничений $I_r = \{1,\ldots,L\}$, либо весовой вектор, отражающий взаимную важность критериев $\gamma = (\gamma_1,..., \gamma_m)$ и ограничений $\beta = (\beta_1,..., \beta_L)$.

Тогда, например, на основе идеи методов *главного критерия* и *максимина* многокритериальную задачу ПР с векторным ограничениям с учетом нечеткости исходной информации (1) – (2) можно записать в следующей постановке:

$$\max_{x\in X} \mu_0^1(x), \tag{3}$$

$$X = \{x : x \in \Omega \wedge \arg(\mu_0^i(x) \geq \mu_R^i) \wedge \arg(\max_{x\in\Omega} \min_{q\in L}(\beta_q \mu_q(x)),\ i=\overline{2,m},\ q=\overline{1.L})\} \tag{4}$$

где $\wedge$ – логический знак «*и*», требующий, чтобы все связываемые им утверждения были истинны, μ_R^i – граничные значения для локальных критериев $\mu_0^i(x),\ i=\overline{2,m}$, задаваемые ЛПР. Область определения переменных x и выполнения нечетких ограничений определяется на основе принципа максимина (гарантированного результата).

3. Результаты, эвристические методы решения задач ПР в нечеткой среде с учетом предпочтений ЛПР. Меняя μ_R^i и вектор важности ограничений $\beta = (\beta_1,..., \beta_L)$, получаем семейство решений задачи (3) – (4): $x^*(\mu_R^i, \beta)$. Выбор наилучшего решения можно осуществлять на основе диалога с ЛПР.

Для решения задачи (3) – (4) предложим *эвристический метод* на основе *модификации методов главного критерия и максимина*. Здесь ЛПР выбирается (определяется) главный критерий, который оптимизируется при ПР, а остальные критерии вводятся в систему ограничений, предварительно, с помощью ЛПР определяются граничные значения этих критериев ($\mu_R^i,\ i=\overline{2,m}$). Степень выполнения нечетких ограничений учитывается с помощью функций принадлежности $\mu_q(x),\ q=\overline{1,L}$, а важность каждого из ограничений учитывается на основе определяемых ЛПР весового вектора $\beta = (\beta_1,..., \beta_L)$.

Тогда алгоритмизация решения задачи многокритериальной задачи ПР (3) – (4) на основе эвристического метода состоит из следующих процедур:

Алгоритм ГК-ММ:

1. Задается $p_q,\ q=\overline{1,L}$ – число шагов по каждой q–ой координате и ряд приоритета для локальных критериев $I_k=\{1,\ldots,m\}$ (главный критерий должен иметь приоритет 1);

2. ЛПР вводится значение весового вектора ограничений $\beta = (\beta_1,..., \beta_L)$, учитывающее важность локальных ограничений.

3. ЛПР назначаются граничные значения (ограничения) локальных критериев $\mu_R^i,\ i=\overline{2,m}$.

4. Определяются $h_q = \dfrac{1}{p_q},\ q=\overline{1,L}$ – величины шагов для изменения координат весового вектора β.

5. Построение набора весовых векторов $\beta^1, \beta^2, ..., \beta^N$, $N=(p_1+1)(p_2+1)\ldots(p_L+1)$, варьированием координат на отрезках [0, 1] с шагом h_q.

6. Определяется терм-множества $T(X,У)$, описывающие качественные (нечеткие) параметры объекта и процесса.

7. Строятся функции принадлежности выполнения нечетких ограничений $\mu_q(x), q=\overline{1,L}$.

8. Максимизируется главный критерий (3) на множестве X, определяемом по принципу максимина и находятся решения: $x^*(\mu_R^i,\beta)$, $\mu_0^1(x^*(\mu_R^i,\beta)),...,\ \mu_0^m(x^*(\mu_R^i,\beta))$; $\mu_1(x^*(\mu_R^i,\beta)),...,\mu_L(x^*(\mu_R^i,\beta)), i=\overline{2,m}$.

9. Решение предъявляется ЛПР. Если текущие результаты не удовлетворяют ЛПР, то им назначаются новые значения $\mu_R^i, i=\overline{2,m}$ и (или) корректируются значения весового вектора ограничений β, осуществляется возврат к пункту 3. Иначе, перейти к пункту 8.

10.Поиск решения прекращается, выводятся результаты окончательного выбора ЛПР: значения вектора управления $x^*(\mu_R^i,\beta)$; значения локальных критериев $\mu_0^1(x^*(\mu_R^i,\beta)),...,\ \mu_0^m(x^*(\mu_R^i,\beta))$ и степень выполнения ограничений $\mu_1(x^*(\mu_R^i,\beta)),...,\mu_L(x^*(\mu_R^i,\beta)), i=\overline{2,m}$.

Используя идеи методов *Парето оптимальности* и *идеальной точки*, модифицируя их на случай качественного характера исходной информации, многокритериальную задачу ПР (1) – (2) можно переписать в виде:

$$\max_{x\in X} \mu_0(x),\ \ \mu_0(x)=\sum_{i=1}^{m}\gamma_i\mu_0^i(x), \tag{5}$$

$$X=\{x: x\in\Omega \wedge \arg(\mu_q(x)\geq \min \|\mu(x)-\mu^u\|_D), q=\overline{1,L}\}, \tag{6}$$

где $\|\cdot\|_D$ – используемая метрика D, $\mu(x)=(\mu_1(x),...,\mu_L(x))$, $\mu^u=(\max\mu_1(x),...,\ \max\mu_L(x))$. Возможен вариант использования в качестве координат идеальной точки μ^u единиц: $\mu^u=(1,...,1)$; $\gamma=(\gamma_1,...,\gamma_m)$ – весовой вектор, отражающий взаимную важность локальных критериев.

Для решения многокритериальной задачи ПР (5) – (6) по оптимальному управлению процессом риформинга предлагаем следующий метод, разработанный на основе модификации компромиссных схем *Парето оптимальности и идеальной точки* [8,10]. Алгоритмизация разработанного метода имеет следующую структуру:

Алгоритм ПО-ИТ:

1. На основе экспертной оценки определить значений весового вектора, оценивающие взаимную важность локальных критериев (целевых функций) $\gamma=(\gamma_1,...,\gamma_m)$, $\gamma_i\geq 0, i=\overline{1,m}, \gamma_1+\gamma_2+...+\gamma_m=1$ $\gamma_i\geq 0$.

2. Определяется терм-множества $T(X,У)$, описывающие качественные (нечеткие) параметры объекта и процесса.

3. Строятся функции принадлежности выполнения нечетких ограничений $\mu_q(x), q=\overline{1,L}$.

4. Определяются координаты идеальной точки. В качестве координат этих точек можно использовать максимальные значения функции принадлежности: $\mu^u=(\max\mu_1(x),...,\ \max\mu_L(x))$ или единицы: $\mu^u=(1,...,1)$ (если функции принадлежности нормальные).

5. Выбирается вид метрики $\|\mu(x)-\mu^u\|_D$, определяющей расстояние решения x^* от идеальной точки μ^u.

6. Решить задачу (5) – (6) и определить текущие решения: значения управляющих параметров $x(\gamma,\|\cdot\|_D)$; значения локальных критериев $\mu_0^1(x(\gamma,\|\cdot\|_D),\ \ \mu_0^2(x(\gamma,\|\cdot\|_D),\ ...,\mu_0^m(x(\gamma,\|\cdot\|_D)$ и степень выполнения ограничений $\mu_1(x(\gamma,\|\cdot\|_D)),...,\ \mu_L(x(\gamma,\|\cdot\|_D))$.

7. Предъявить ЛПР полученное решение. Если текущие результаты не удовлетворяют ЛПР, то им назначаются новые значения весового вектора γ, и (или) выбирается новый вид метрики $\|\cdot\|_D$ и поиск приемлемого решения повторяется, иначе процедуру поиска решения прекратить и вывести окончательные результаты: значения управляющих параметров $x^*(\gamma,\|\cdot\|_D)$, обеспечивающих оптимальные значения локальных критериев $\mu_0^1(x^*(\gamma,\|\cdot\|_D),\ \ \mu_0^2(x^*(\gamma,\|\cdot\|_D),\ ...,\mu_0^m(x^*(\gamma,\|\cdot\|_D)$ и максимальные степени выполнения ограничений $\mu_1(x^*(\gamma,\|\cdot\|_D)),...,\mu_L(x^*(\gamma,\|\cdot\|_D))$.

Используя идею принципов *абсолютной* (*относительной*) *уступки* и *Парето оптимальности* в условиях нечеткости, можно поставить следующую многокритериальную задачу ПР с несколькими ограничениями:

$$\max_{x\in X} \mu_0(x),\ \mu_0(x)=\sum_{i=1}^{m}\gamma_i\mu_0^i(x)\ \ (\mu_0(x)=\prod_{i=1}^{m}(\mu_0^i(x))^{\gamma_i} \text{ или } \mu_0(x)=\sum_{i=1}^{m}\gamma_i\log\mu_0^i(x)) \tag{7}$$

$$X=\{x: x\in\Omega\wedge \arg\max_{x\in\Omega}\sum_{q=1}^{L}\beta_q\mu_q(x)\wedge\sum_{q=1}^{L}\beta_q=1\wedge\beta_q\ge 0,\ q=\overline{1,L}\} \tag{8}$$

где $\wedge$ – логический знак «*и*», требующий, чтобы все связываемые им утверждения были истинны, $\gamma=(\gamma_1,...,\gamma_m)$ и $\beta=(\beta_1,...,\beta_L)$ – соответственно, весовые векторы, отражающий взаимную важность критериев и ограничений.

Для решения задачи (7) – (8) используя и модифицируя идеи компромиссных схем *абсолютной* (*относительной*) *уступки* и *Парато оптимальности* разрабатываем следующий алгоритм. К критериям применяется, модифицированный принцип абсолютной или относительной уступки, а для учета выполнения ограничений применяется принцип Парето оптимальности на основе соответствующих функций принадлежности $\mu_q(x),\ q=\overline{1,L}.$.

Диалоговый алгоритм решения данной задачи оптимизации состоит из следующих основных пунктов.

Алгоритм А(О)У-ПО:

1. На основе экспертной процедуры определяются значения весового вектора $\gamma=(\gamma_1,...,\gamma_m)$, $\sum_{i=1}^{m}\gamma_i=1,\quad \gamma_i\ge 0, i=\overline{1,m}$.

2. В случае нечеткости $\mu_0(x),\ \gamma$ для них определить терм-множества и построить функции принадлежности.

3. Определяется терм-множество, описывающие качественные параметры и ограничений;

4. Строятся функции принадлежности выполнения ограничений $\mu_q(x),\ q=\overline{1,L}.$

5. ЛПР вводится значение весового вектора ограничений $\beta=(\beta_1,...,\beta_L)$, учитывающее важность локальных ограничений.

6. Решается задача максимизации $\max\mu_0(x),\ \mu_0(x)=\sum_{i=1}^{m}\gamma_i\mu_0^i(x)$ (в случае абсолютной уступки) или $\mu_0(x)=\prod_{i=1}^{m}(\mu_0^i(x))^{\gamma_i}$, либо $\mu_0(x)=\sum_{i=1}^{m}\gamma_i\log\mu_0^i(x)$) (в случае относительной уступки). Определяются текущие решения: значения режимных параметров $x(\gamma,\beta)$; оптимальные значения локальных критериев $\mu_0^1(x(\gamma,\beta))$,…, $\mu_0^m(x(\gamma,\beta))$ и степени выполнения нечетких ограничений $\mu_1(x(\gamma,\beta)),...,\mu_L(x(\gamma,\beta))$.

7. Решение предъявляется ЛПР. Если текущие результаты не удовлетворяют ЛПР, то им назначаются новые значения или корректируются значения γ и (или) β, и осуществляется возврат к пункту 2. Иначе, перейти к пункту 8.

8. Поиск решения прекращается, выводятся результаты окончательного выбора ЛПР: оптимальные значения вектора управления $x^*(\gamma,\beta)$; значения локальных критериев $\mu_0^1(x^*(\gamma,\beta))$,…, $\mu_0^m(x^*(\gamma,\beta))$ и степень выполнения ограничений $\mu_1(x^*(\gamma,\beta)),...,\mu_L(x^*(\gamma,\beta))$.

4. Заключение. В работе получены различные математические постановки задачи ПР по оптимальному управлению технологическим комплексом блока каталитического риформинга в условиях неопределенности и разработаны эвристические методы их решения, которые представлены в виде диалоговых алгоритмов. В приведенных постановках задач ПР и разработанных алгоритмах их реше-

ния реализовалась идея сохранения нечеткости на основе методов компромиссных схем, теорий нечетких множеств. Предложенные постановки задачи и алгоритмы их решения являются обобщением многокритериальных задач на случай нечеткости исходной информации, они работоспособны и в частных случаях, когда имеется количественная (четкая) информация об исследуемом объекте, что обеспечивает универсальность предложенных методов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Алиев Р.А., Церковный А.Э., Мамедова Г.А. Управление производством при нечеткой исходной информации. М.: Энергоатомиздат, 1991, 357 с.

[2] Оразбаев Б.Б. Методы моделирования и принятия решений для управления производством в нечеткой среде. ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, -Астана: 2016, - С. 398 с.

[3] Кузьмин В.Б. , Травкин С.И. Теория нечетких множеств в задачах управления и принципах устройства нечетких процессоров. Обзор зарубежной литературы // Автоматика и телемеханика. 1992. № 11. - С. 3–36.

[4] Dubois D. The role of fuzzy sets indecision sciences: Old techniques and new directions // Fuzzy Sets and Systems. V. l. No 184. – 2011. –p. 3–28.

[5] Гроппен В.О. Принципы принятия решений с помощью эталонов // Автоматика и телемеханика. 2006. № 4. - С. 167–184.

[6] Гребенюк Г.Г. Математическое моделирование как инструмент поддержки принятия решений в задачах управления теплоснабжением города // Автоматика и телемеханика. 2006. № 5. - С. 142-150.

[7] Димитриади Г.Г., Ларичев О. И. Система поддержки принятия решений и метод ЗАПРОС-III: ранжирование многокритериальных альтернатив с вербальными оценками качества // Автоматика и телемеханика. 2005. № 8. - С. 146–160.

[8] Оразбаев Б.Б., Курмангазиева Л.Т. Разработка математических моделей и оптимизация химико-технологических систем при нечеткости исходной информации. –Москва: Российская Академия Естествознания. 2014. – С. 163.

[9] Оразбаев Б.Б. Теория и практика методов нечетких множеств. Министерство науки и образования РК, -Бастау, -Алматы, 2014, – С. 488.

[10] B.B. Orazbayev, K.N. Orazbayeva, L.T. Kurmangaziyeva, V.E. Makhatova Multi-criteria optimisation problems for chemical engineering systems and algorithms for their solution based on fuzzy mathematical methods//EXCLI Journal 2015; vol.14: - P.984-998.

[11] Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. -М.: 1981.– С. 206.

[12] Борисов А.И., Алексеев А.З., Меркурьева Г.В., Глядзь Н.И., Глушков В.И. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений. -М.: Радио и связь, 1989. – С. 304.

[13] Оразбаев Б.Б., Оразбаева К.Н., Серикова Г.Т. Исследование и построение математических моделей реакторов секции риформинга для автоматизированного управления установкой производства бензола // «Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности». – М.: ВНИИОЭНГ, 2011, №1, – С.33-36.

[14] Оразбаева К.Н. Применение методов экспертных оценок при разработке математического обеспечения АСУ комплексом производства бензола // Авт., телемех. и связь в нефтяной промыш. 2009. №9. – С.41.

[15] Zadeh L.A. Fuzzy Sets // Information and Control. 1965. V. 8. – P. 338-353.

Оразбаев Б.Б., Кожахметова Д.О., Оразбаева К.Н., Жанбирова Г.А.

Каталитикалық крекинг қондырғысының риформинг блогын басқару бойынша шешім қабылдау есептері мен оларды шешудің эвристикалық тәсілдері

Түйіндеме. Тұжырымдалған және алынған математикалық қою многокритериальных міндеттер бойынша шешім қабылдау басқару блогымен каталитикалық риформинг қондырғысының каталитикалық риформинг бұл анық емес ортада әзірленді және эвристикалық әдістері, олардың шешімдер негізінде әр түрлі компромиссных схемаларын дейін жеткізілді диалогтық алгоритмдер. Ұсынылған алгоритмдер негізінде білім мен тәжірибені сарапшы мамандардың алуға мүмкіндік береді оңтайлы шешім таңдау кезінде жұмыс режимін және басқару процесін риформинг.

Кілт сөздер: шешім қабылдау, көпкритерийлі оптимизациялау, риформинг, эвристикалық тәсілдер, компромистік схемалар

Orazbayev B.B., Kozhahmetova D.O., Orazbayeva K.N., Zhanbirova G.A.

Decision making objectives to manage the reforming unit of the catalytic cracking device and the heuristic methods for their solution

Summary. Mathematical arrangements of the decision-making multi-criteria tasks for managing the catalytic reforming unit in a catalytic reforming device in the indistinct ambient are formulated and received, and heuristic methods for their solution are worked out, which are brought to interactive algorhithms on the basis of various compromise schemes. The proposed algorithms based on the knowledge and experience of the experts make it possible to obtain the most efficient solutions in selecting the operating modes and controlling the reforming process.

Keywords: decision making, multi-criteria optimization, reforming, heuristic methods, compromise schemes.

УДК 622.56

A.B. Sharauwa, B.V. Fedorov
(Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan.
Email: aizada_0590@mail.ru)

POLYACRYLAMIDE CONCENTRATION EFFECT IN THE DRILLING FLUID ON THE PRESSURE DROP DURING ITS FLOW

Abstract. The research is devoted to investigation of the drilling fluid components effect during its flow in the circulating system on pressure drops, in particular, a component such as polyacrylamide (PAA), at the Uzen oil and gas deposit. In the laboratory, the effective concentration of PAA (0.05%) in the drilling mud is determined, at which the pressure drop and static shear stress SSS during its flow will be minimal, which is explained by the good lubricating properties of PAA.

Key words: polyacrylamide, pressure drops, Uzen, drilling mud, SSS.

А.Б. Шарауова, Б.В. Федоров
(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ПОЛИАКРИЛАМИДА В БУРОВОМ РАСТВОРЕ НА ПЕРЕПАДЫ ДАВЛЕНИЯ ПРИ ЕГО ТЕЧЕНИИ

Аннотация. Работа посвящена исследованию влияния компонентов бурового раствора при его течении в циркуляционной системе на перепады давления, в частности, такого компонента, как полиакриламид (ПАА), на нефтегазовом месторождении Узень.

В лабораторных условиях определена оптимальная концентрация ПАА (0,05%) в буровом растворе, при которой перепад давления и напряжение сдвига СНС при его течении будут минимальными, что объясняется хорошими смазывающими свойствами ПАА.

Ключевые слова: полиакриламид, перепады давления, Узень, буровой раствор, СНС.

При бурении добывающих и нагнетательных скважин на нефтяном месторождений Узень отмечены три зоны осложнений по глубине[8]:

- зона обвалов, поглощений и прихватов; мощность зоны 0-300 м; зона представлена глинами и рыхлыми породами;

-зона ненапорных пластовых вод; мощность зоны 300-1000-1100м; зона представлена глинами, известняками, мергелями; возникающие осложнения связаны в основном с поглощениями бурового раствора;

-зона нефтегазовых проявлений; мощность зоны 1100-1400м и более; зона представлена трещиноватыми нефтегазоносными песчаниками; пластовое давление третьей продуктивной зоны составляет $P_{пл}$=13,0 МПа (на глубине 1300м).

Для безаварийной проходки скважин всех трех упомянутых зон применяются буровые растворы, имеющие технологические показатели, указанные в таблице 4.1.[9]

Таблица 1. **Технологические показатели буровых растворов при проходке зон осложнений (месторождение Узень).**

Зоны осложнений	Параметры буровых растворов					
	Плотность, кг/м^3	Вязкость, с	Водоотдача, см^3 за 30 мин	Толщина глинистой корки, мм	СНС, Па	Содержание «песка», %
I зона обвалов	1120	25-35	6-8	1,5-3	15÷30 30÷50	1-1,5
II зона обвалов	1140-1160	25-35	6-8	1-1,5	20÷40 40÷60	1-1,5
III зона обвалов	1260-1300	35-45	4-5	0,5-1,0	40÷60 80÷100	1-1,5

Такой буровой раствор применяется для проходки трех зон осложнений[1]. Исключение (таблица 1) составляет такой компонент, как барит[12], который вводится в необходимом количестве в раствор для его утяжеления при проходке зоны нефтегазовых проявлений (зоны III). Анализ состава промывочной жидкости (таблица 2) показывает, что при бурении скважин применялся безглинистый

меловой раствор[15], для регулирования и стабилизации свойств которого применялся целый ряд компонентов: Na_2CO_3, NaOH, ПАА, бактерицид и др.

Для реализации указанных в таблице 1 параметров применялся буровой раствор следующего состава (таблица 2.)[13]

Таблица 2. **Компоненты бурового раствора плотностью ρ = 1300 кг/м^3**

Компоненты бурового раствора	Содержание компонента, в % м^3 раствора, кг/м^3	Содержание компонентов, %
Вода	960	94
Кальцинированная сода	1	0,07
Каустическая сода	1	0,07
Полиакриламид (ПАА)	1	0,07
Структурообразователь	3	0,2
Пеногаситель	5	0,04
Дефлокулянт	1	0,07
Лигнит (бурый уголь)	30	2,3
Барит (утяжелитель)	7	0,5
Карбонат кальция	35	2,7
Бактерицид	3	0,2

Вместе с тем, вызывает значительный интерес проблема влияния концентрации каждого компонента в растворе на потери давления при течении промывочной жидкости в циркуляционной системе буровой установки.

На первом этапе была поставлена задача оценить влияние степени концентрации ПАА в растворе на потери давления при его прокачивании в трубах, имитирующих элементы бурильной колонны и скважины.

Эксперименты проводились в лаборатории бурения Ближневосточного технического университета на специально оборудованном стенде (г. Анкара, Турция).

Основным конструктивным узлом стенда (рис. 1) является тестовая секция длиной 5 м, представляющая имитатор элементов бурильной колонны и скважины, причем внутренняя труба имеет диаметр 65 мм.

Стенд позволяет измерять следующие параметры:

- расход бурового раствора и газа (воздуха), в том числе и подогретых до температуры 60^0 (пределы измерении расходов 0-16,7л/с);
- напряжение сдвига в зависимости от скорости сдвига (1/с);
- вязкость бурового раствора в зависимости от концентрации вводимых компонентов;
- потери давления при измерении этого показателя в двух точках при течении промывочной жидкости в тестовой секции.

Установка течения многофазного потока имеет следующие характеристики;

- 15-футовая кольцевая испытательная секция, видимая оболочка - стальная труба в стекловолоконной трубке
- 2,5 -0,75 in до 5-3 in кольцевая емкость, 2 точки измерения разности давлений, 0-5 psig
- Вращение внутренней трубы, 0-100 об / мин, наклон тестовой секции, 5-90 градусов
- Объем жидкого бака не более 1250 л, нагревание жидкости до 45 ° С, высокоскоростная камера и освещение для визуализации потока.

Кроме того, работа на стенде позволяет легко изменять концентрацию химических компонентов и вводить их в текущий тестируемый раствор и направлять по нагнетательному трубопроводу в тестируемую секцию. Стенд оборудован также высокоскоростной камерой и освещением для визуализации потока раствора.

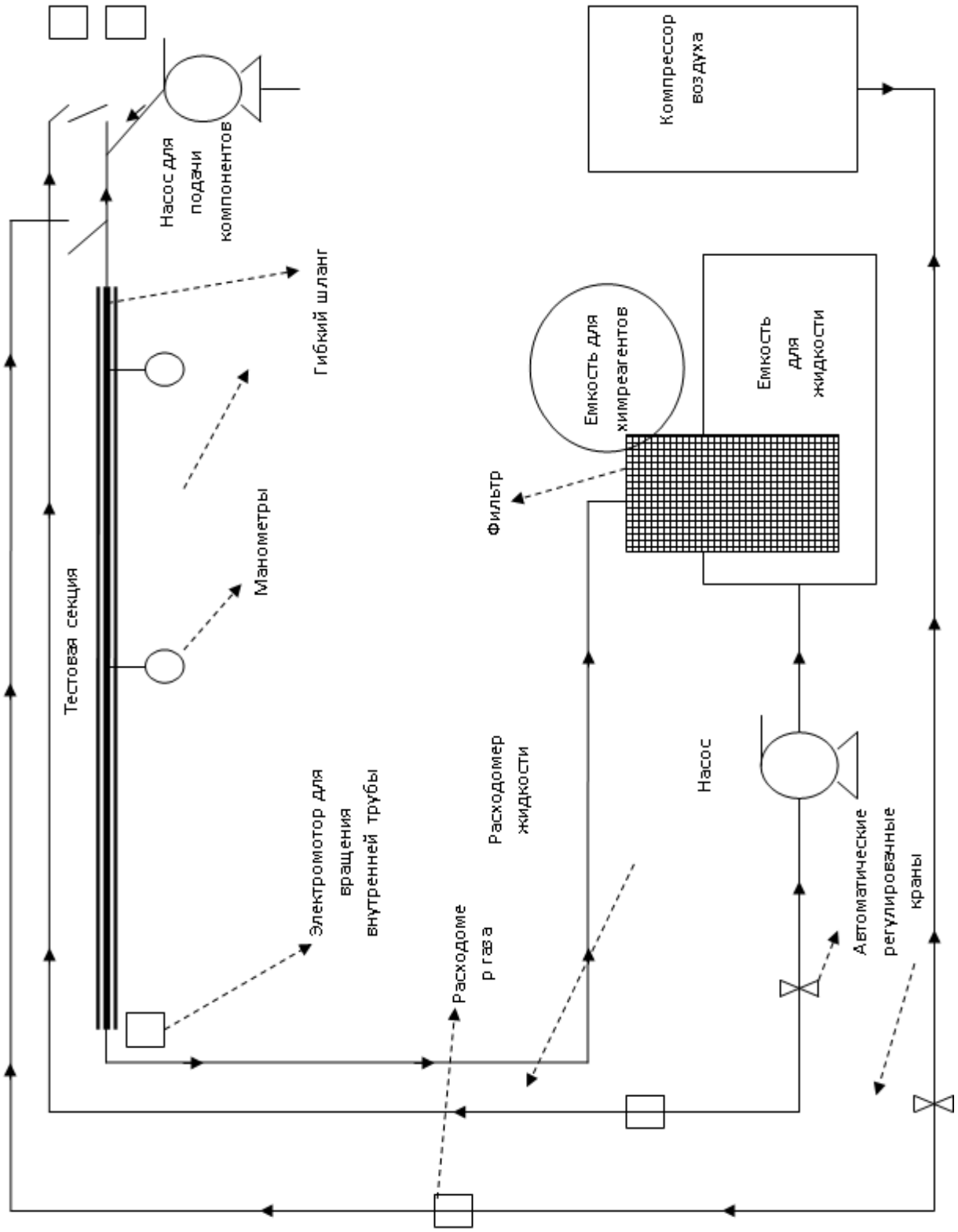


Рис. 1. Стенд для экспериментального исследования параметров буровых растворов.

Опыты проводились в следующем порядке.

Первоначально готовился буровой раствор в соответствии с рецептурой, указанной в таблице 2. Для этого вода из бака насосом закачивалась по нагнетательному трубопроводу во внутреннюю трубу тестовой секции. На входе в упомянутую трубу дополнительным насосом инжектировались компоненты, указанные в таблице 2, в необходимой концентрации.

Пройдя внутреннюю трубу, приготовленный раствор вновь поступал в бак по линии слива, затем снова закачивался основным насосом в нагнетательную магистраль и тестовую секцию. Пройдя несколько циклов нагнетания и слива, получали меловой раствор заданных параметров, контроль которых осуществлялся соответствующими измерительными приборами. В частности, измерялась плотность и абсолютную вязкость. Что касается испытываемого реагента - полимера ПАА, то первоначально он вводился в раствор в минимальной концентрации (0,65 кг на 1 м^3 раствора, что составляет 0,05%), затем в концентрации 0,07% (1 кг на 1 м^3 раствора) и наконец, в концентрации 0,1% (1,3 кг на 1 м^3 раствора).

Готовый раствор насосом подавался в нагнетательную линию, и далее в тестовую секцию. На последней на расстоянии 4 м были установлены два манометра, по разности давлений на которых была определена потеря давления при течений раствора по внутренней трубе секции в зависимости от расхода при различных концентрациях ПАА (рис. 2)

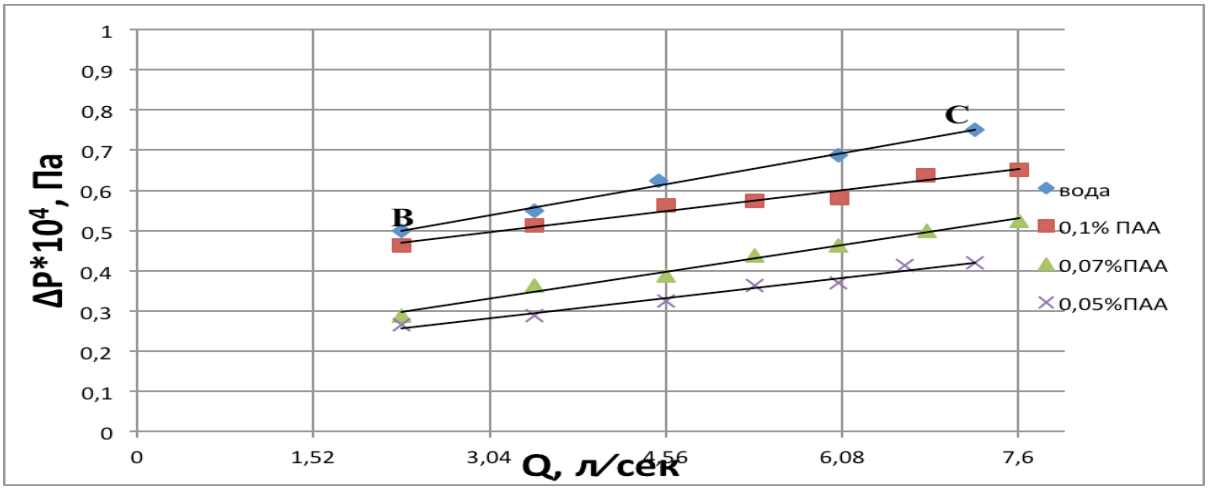


Рис. 2. Зависимость потерь давления ΔРот расхода потока бурового раствора при различных концентрациях ПАА

Анализ полученных зависимостей позволяет сделать следующие выводы:

- с повышением расхода прокачиваемого бурового раствора потери давления ΔР прямо пропорционально возрастают для всех концентраций ПАА;

- с понижением концентрации ПАА в растворе с 0,1% до 0,05% потери давления ΔР уменьшаются; например, при расходе раствора Q= 0,608 л/с (80 галл/мин) потери давления уменьшились с ΔР=0,6*10000 Па до 0,35*10000 Па, т.е. в 1,7 раза;

- Следует также отметить, что при течении технической воды (вместо раствора), перепад давления ΔР также увеличивается в сравнении с буровым раствором, т.е. кривая ВС (только вода) располагается выше зависимости ΔР для буровых растворов.

По нашему мнению, результаты эксперимента можно объяснить смазывающими свойствами ПАА, что уменьшает трение при течении потока на контакте «буровой раствор – внутренняя стенка трубы». Такое же явление наблюдается между слоями потока, причем при уменьшении концентрации эффект снижения ΔР возрастает.

Влияние других компонентов раствора на его смазывающие свойства планируется установить в будущем. Однако полученный результат был подтвержден при измерении ΔР при течении потоков воды и водного раствора ПАА с той же концентрацией (рис. 2).

О подтверждении получения минимальной величины потерь давления при малой концентрации ПАА в растворе, свидетельствует график, приведенный на рисунке 3. Из упомянутого графика следует, что минимальными напряжениями сдвига и соответствующей скоростью сдвига обладает раствор с

концентрацией ПАА 0,05%. Известно, что напряжением сдвига хорошо коррелируется с коэффициентом гидравлического сопротивления: последний тем меньше, чем меньше напряжение сдвига раствора. Поэтому результат этого опыта косвенно свидетельствует о правомерности снижения коэффициента гидравлического сопротивления путем введения в раствор полимера ПАА.

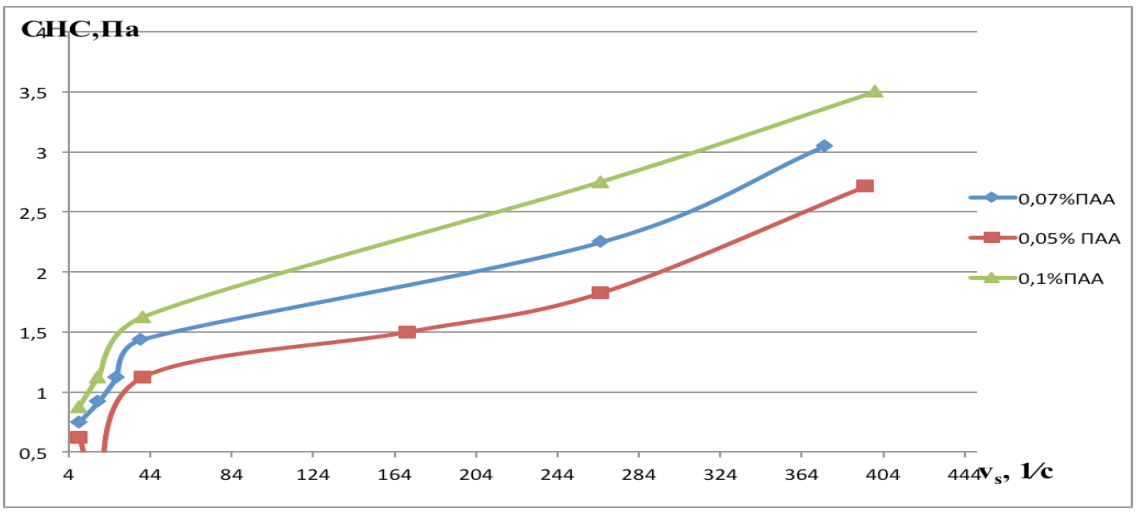


Рис. 3. Зависимость напряжения сдвига СНС от скорости сдвига v_s при различных концентрациях ПАА в растворе.

Выводы

1. Применение полиакриламида для создания полимерных растворов обеспечивает не только стабилизацию свойств последних, но и значительно повышает смазывающие свойства последних. Это особенно важно при бурении нефтегазовых скважин с применением гидравлических машин для привода долота, требующих для их нормальной работы больших перепадов давления, составляющих 40-50 атмосфер (40-50 бар) и более. В этих условиях уменьшение потерь давления в циркуляционной системе буровой установки при использовании полимерных растворов, способно либо увеличить предельную глубину бурения, либо реализовать значительный гидромониторный эффект на забое скважины.

2. Установлено, что наибольшими смазывающими свойствами обладают растворы с минимальной концентрацией ПАА – 0,05% на 1 м^3, что помимо упомянутого, обеспечивает экономию этого распространенного полимера при приготовлении буровых растворов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Калинин А.Г., Оганов А.С. и др. Строительство нефтегазовых скважин. Том 1.М: Изд. Центр РГУ нефти газа имени И.М.Губкина, 2013, 690с.

[2] Булатов А.И., Макаренко А.А. Справочник инженера по бурению. КН-1-4.М: Недра, 1993-1996-112-120с.

[3] Калинин А.Г., Ганджумян Р.А. и др. Справочник инженера технолога по бурению глубоких скважин. М: Недра,2005-223с.

[4] Попов А.Н., Спивак А.И. Технология бурения нефтяных и газовых скважин. М.:Недра, 2007.

[5] Калинин А.Г., Ошкордин О.В. и др. Разведочное бурение. М.: Недра, 2000г.

[6] Ситников Н.Б., Макаров М.М. Математическая модель процесса бурения глубоких геологоразведочных скважин. Изв. Вузов. Горный журнал,- 1992,- №1,- С.62-68.

[7] Левицкий А.З. Использование данных геолого-технического контроля для оптимизации бурения. М: ВНИИОЭНГ, 1987.

[8] Федоров Б.В., Аубакиров М.Т., Шарауова А.Б. О модели буримости нефтегазовых скважин долотами PDC на месторождении Узень Ж.Вестник КазНИТУ, вып 1, 2017г.

[9] Fedorov B., Ratov B., Sharauova A. Development of the model of petroleum well boreability with PDC bore bits for Uzen oilfield (the Republic of Kazakhstan). Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Engineering technological systems. 3/1 (87) 2017, p.16-23.

[10] Танатаров Т.Т., Билецкий М.Т. Основы научных исследований и оптимизации в бурении Алматы: РИК, 1999.

[11] Ганджумян Р.А. Математическая статистика в разведочном бурении. М.: Недра, 2013г.

[12] Федоров Б.В., Хузина Л.Б., Ратов Б.Т., Шарауова А.Б. Моделирование процесса углубления скважины долотами PDC/ Журнал НЕФТЬ И ГАЗ №4 (100) 2017г. С: 77-85. (ISSN 1562-2932). г. Алматы

[13] Fedorov B., Ratov B., Sharauova A. Model of purification of PDC bolts for walking wells on oil-gas field name / News of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of geology and technical sciences // ISSN 2224-5278, Volume 4, Number 424 (2017), 170 – 176

[14] Федоров Б.В., Хузина Л.Б., Ратов Б.Т., Шарауова А.Б. Моделирование процесса углубления скважины долотами PDC/ Журнал НЕФТЬ И ГАЗ №4 (100) 2017г. С: 77-85. (ISSN 1562-2932). г. Алматы

[15] Fedorov B., Ratov B., Sharauova A. Development of the model of petroleum well boreability with PDC bore bits for Uzen oil field (the Republic of Kazakhstan) Eastern-European Journal of Enterprise Technologies / ISSN 1729-3774 (p. 16–22) DOI: 10.15587/1729-4061.2017.99032

Шарауова А.Б., Федоров Б.В.

Концентрацияларының әсері полиакриламида " бұрғылау ерітіндісіне арналған қысымның ауыспалылығы оның ішінде

Резюме. Жұмыстар бұрғылау ерітіндісінің компоненттерінің қысымды төмендету, әсіресе, Өзен мұнай-газ кен орнында полиакриламид сияқты (PAA) құрамдас бөлікке әсерін зерттеуге арналған. Зертханада бұрғылау ерітіндісінде ПАА (0,05%) оңтайлы концентрациясы анықталды, онда оның қысымының төмендеуі және оның ағыны кезінде статикалық керілу кернеуі аз болады, бұл ПАА жақсы майлау қасиеттерімен түсіндіріледі.

Түйінді сөздер: полиакриламид, қысымның төмендеуі, Өзен, бұрғылау ерітіндісі, СКК.

Sharauwa A.B., Fedorov B.V

Polyacrylamide concentration effect in the drilling fluid on the pressure drop during its flow

Summary. The research is devoted to investigation of the drilling fluid components effect during its flow in the circulating system on pressure drops, in particular, a component such as polyacrylamide (PAA), at the Uzen oil and gas deposit. In the laboratory, the effective concentration of PAA (0.05%) in the drilling mud is determined, at which the pressure drop and static shear stress SSS during its flow will be minimal, which is explained by the good lubricating properties of PAA.

Key words: polyacrylamide, pressure drops, Uzen, drilling mud, SSS.

УДК 622.271

K.B. Rysbekov, T. Kalybekov, S.T. Soltabayeva
(Kazakh National Research Technical University after K.I. Satpayev, Almaty
saule_soltabaeva@mail.ru)

THE STUDY OF INFLUENCE OF RESERVES READINESS STANDARDS ON THE ORES EXTRACTION REGULATION AT THE OPEN PIT MINING

Abstract. The importance of standards substantiation of uncovered, prepared and ready to extract mineral reserves is shown to regulate quality compound of the extracted ore at the opencut mining. Efficient experiments over the quality making of mineral raw materials are brought taking into account the influence of natural, technological and economic factors during the quality regulating and increasing of homogeneity of extracted ore consistency at the opencut mining.

Keywords: reserves readiness, ore, quality, regulation, standard, open-pit.

К.Б. Рысбеков, Т. Калыбеков, С.Т. Солтабаева
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казазхстан
saule_soltabaeva@mail.ru)

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НОРМАТИВОВ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ЗАПАСОВ НА СТАБИЛИЗАЦИЮ ДОБЫЧИ РУД НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ

Аннотация. Показана важность обоснования нормативов вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов полезных ископаемых для стабилизации качественного состава добываемой руды при открытой разработке месторождений. Приведены рациональные опыты формирования качества минерального сырья с учетом влияния природных, технологических и экономических факторов при стабилизации качества и повышения однородности содержания добытой руды на открытых горных работах.

Ключевые слова: подготовленность запасов, руда, качество, стабилизация, норматив, карьер.

Введение. На открытых разработках резервом улучшения экономической деятельности горного предприятия является обоснование нормативов вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов полезных ископаемых. При нормировании обеспечивается наиболее выгодный режим ведения горных работ, организация бесперебойной работы мощностей имеющегося горнотранспортного оборудования и оценка резервов применяемой системы разработки по определению соотношений подготовленности запасов. На действующих карьерах обоснование нормирования запасов по степени подготовленности способствует своевременному определению качества сырья при ведении горных работ и наиболее полному извлечению минерального сырья при минимизации потерь и разубоживания.

Нормативы подготовленности запасов оказывают существенное влияние на технико-экономические показатели работы горнодобывающего предприятия. При недостатке вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов происходит сокращение фронта добычных работ, срыв плана по добыче, снижение стабильности качественного состава и невыполнение обязательств по поставке добываемой руды потребителям.

При разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом обеспеченность карьера запасами руды по степени готовности к добыче следует принимать в соответствии с таблицей [1].

Период эксплуатации карьера	Обеспеченность запасами, мес.		
	вскрытыми	подготовленными	готовыми к выемке
Ввод в эксплуатацию	12,0 - 6,0	6,0 - 4,0	1,5 - 0,5
Работа с проектной мощностью	7,0 - 4,5	3,0 - 2,0	1,5 - 1,0
Затухание горных работ	4,5 - 3,5	3,5 - 1,5	1,0 - 0,5

При сезонной работе по вскрыше обеспеченность карьера подготовленными и готовыми к выемке запасами предлагается иметь не менее соответственно 2,0 и 0,5 мес. к началу вскрышного сезона.

Методы исследования. При разработке месторождений полезных ископаемых на формирование качества добытой руды влияют следующие неуправляемые и управляемые факторы [2]:

- природные - качество руды на отдельных участках, блоках и их изменчивость, контакты руды с вмещающими породами, наличие вредных примесей, трещиноватость и физико-механические свойства руды, пород;
- технологические - эксплуатационные границы залежи, способ вскрытия и подготовки залежи, порядок и последовательность отработки залежи, система разработки, количество действующих блоков, рудосортировки, дробления, наличие складов руды и способы контроля качества руды;
- экономические - себестоимость добычи, переработки руды, кондиции для данного месторождения, цена на товарную руду и концентрат;
- государственная необходимость - потребность в данном полезном ископаемом как стратегическом сырье, социальная необходимость обеспечить население работой.

К принципам технологического управления качества рудной массы при открытой разработке месторождений полезных ископаемых относятся:

- определение рудного контура за счет рационального обоснования кондиций на минеральное сырье;
- оптимизация соотношения между потерями и разубоживанием руды при определении фактического контура забоя и выработанного пространства;
- обоснование ширины очистного пространства с учетом изменения производительности по добыче, разубоживания руды, затрат на нарезные и подготовительные выработки;
- применение селективных методов отбойки при индивидуальной технологии переработки на обогатительной фабрике, совместной отработке бедных и богатых руд;
- управление средним уровнем качества рудной массы за счет регулирования объемов добычи богатых и бедных руд по забоям и блокам;
- управление стабильностью качества руды за счет перемешивания сортов на складе и в бункерах.

За процессом прохождения материала через комплекс наблюдает оператор дробильно-помольного комплекса, который может переводить систему в автоматический режим или управлять потоками руды при помощи перекидных шиберов на автоматизированном рабочем месте, основываясь на данных с АСУТП и косвенных показателей веса и химического состава [3].

Замена пробоотборников конвейерными анализаторами значительно сокращает время получения химического состава сырья, позволяет более тщательно отслеживать изменение качества материала и перенаправлять потоки в соответствии с настройками системы с целью повышения качества продукции. Для данного технологического процесса подходящим методом качественного анализа сырья

является гамма-нейтронно-активационный анализ, обеспечивающий контроль элементного состава не более чем 20 элементам независимо от количества материала на конвейерной ленте.

При расчете нормативов готовых к выемке и подготовленных запасов железистых кварцитов определяющими факторами являются изменчивость производительности отдельных экскаваторов по добыче руды и изменчивость соотношения технологических типов руд в отдельных массовых взрывах [4]. По взрывным блокам коэффициент, учитывающий требования к усреднению основных технологических типов руд, составил 0,803. В результате выполненных расчетов по методике установлены нормативы готовых к выемке и подготовленных запасов железистых кварцитов для карьера Лебединского ГОКа, равные соответственно 2,5 и 6,1 мес.

Сложная комплексная задача обеспечения заданной величины содержания полезного компонента и минимизации его колебаний объединяет в себе решение ряда локальных задач [5]:

- обеспечение оперативного контроля качества в забоях методами геофизического опробования и непрерывного контроля на конвейерной ленте циклично-поточной технологии (ЦПТ) для получения достоверных данных о содержании полезного компонента в режиме реального времени;
- привязка всех выемочно-погрузочных и транспортных единиц оборудования к системе глобальной навигационной спутниковой системе (ГНСС) для контроля их положения и последующего управления ими;
- организация парной разгрузки автосамосвалов, транспортирующих руду из различных забоев с целью снижения колебаний качества в короткий временной промежуток;
- создание каналов обратной связи диспетчерского пункта системы с экскаваторами и автосамосвалами для управления процессом формирования рудопотоков методом усреднения.

При такой системе стабилизации качества руды, развития геофизических методов опробования, применения ГНСС в качестве управляющей системы транспорта и развития компьютерной технологии упрощается создание комплексной системы управления качеством рудопотоков в карьерах.

Определение положения рабочего борта карьера, объемов готовых к выемке запасов, резерва работы карьера на момент окончания подготовки любого горизонта, соответствующего минимально возможному в данных условиях риску недостижения проектной производительности горнотехнической системы «карьер», предложено осуществлять с использованием динамического программирования, т.е. методом выбора оптимального решения как функции ранее предпринятых действий [6].

Признаком оптимальности принимается максимум объема готовых к выемке запасов на верхнем добычном уступе при поддержании готовых к выемке запасов на всех рабочих уступах по высоте борта карьера и при соблюдении условия превышения величины этих запасов на вышележащем добычном уступе по сравнению с нижележащим с учетом ряда ограничивающих факторов.

Создание поворотных или разворотных площадок вблизи погрузочного экскаватора не представляет собой большой трудности при отсутствии на рабочих площадках прямолинейной непрерывной полосы по всей длине фронта работ за счет возможности автотранспорта передвигаться по более гибкой траектории [7]. Это позволяет сократить площадь уступа, занятую подготовленными запасами угля по сравнению с другими схемами работы транспорта. Из этого вытекает следующее:

- при использовании железнодорожного и конвейерного транспорта управление подготовленными запасами практически невозможно;
- регулировать уровень подготовленных запасов возможно при автотранспорте на угольных и над кровельными вскрышными уступами;
- снизить объем подготовленных запасов угля можно с переходом на технологию разработки уступа, вскрывающего пласт, с организацией движения транспорта по его кровле.

Применение этой схемы работы позволит снизить объем лишних подготовленных запасов угля, осуществлять разработку поля разреза блоками, уменьшить плечо откатки и затраты на горные работы.

Горнотехническая система «карьер» состоит из подсистем вскрышных и добычных работ, имеющих самостоятельные цели и задачи, направленные на выполнение единой функции - добычи полезного ископаемого. Резерв готовых к выемке запасов на каждом горизонте позволяет вести горные работы независимо от вышележащего горизонта в течение некоторого промежутка времени [8]. Коэффициент готовности технологической цепи соответствует надежности работы для верхнего рабочего горизонта, а для других горизонтов надежность их работы будет зависеть от коэффициента готовности уступов и от запаса между ними. Горнотехническая система «карьер» в произвольно выбранный момент времени определяет готовность этой системы к работе и позволяет оценить эксплуатационные качества системы. Надежность работы системы «карьер» и технико-экономические показатели его работы зависят от распределения объемов запасов по степени подготовленности к выемке по уступам

рабочего борта и во времени отработки.

При изменении горно-геологических условий вскрытия рудного тела или россыпи в пределах выемочной единицы, технологии очистных работ, а также технико-экономических показателей, плановые нормативы подготовленности запасов руды и песков, рассчитываемые в соответствии методическими указаниями, утверждаются главным инженером и согласовываются с органами Госгортехнадзора [9]. Рациональные нормативы подготовленности запасов учитывают следующие условия:

- обеспечить безусловное выполнение планов при ритмичной работе;
- учитывать специфику горно-геологических и климатических условий;
- способствовать наиболее рациональному извлечению запасов алмазов;
- соответствовать принципу минимальных объемов горно-капитальных, горно-подготовительных, нарезных и возможно более поздних сроков их проведения с максимальной экономией трудовых и материальных затрат.

Объединение автоматизированной системы диспетчерского управления горнотранспортным оборудованием с автоматизированным рабочим местом «Качество» карьера дает возможность получить принципиально новую систему управления качеством в рудопотоках карьера [10]. Функциональная схема построена на принципе применения усреднения как способа управления качественными показателями рудопотока. Основной задачей системы является получение оперативной и достоверной информации о содержании полезного компонента в забоях в сформированном рудопотоке и передача ее на центральный сервер для анализа и корректировки сменного задания в случае отклонения фактических значений показателей качества от расчетных.

Схема управления качеством в рудопотоках карьеров является концепцией объединения системы оперативного контроля качества в карьере, позволяющая контролировать изменение содержания в забоях и рудопотоке, анализировать величину отклонения от расчетного значения и осуществлять корректировку задания для каждого из забоев с целью повышения эффективности управления качеством в карьере.

При ведении открытых горных работ оптимальные нормативы готовых к выемке, подготовленных и вскрытых запасов предполагают:

- равномерную обеспеченность выемочных единиц готовыми к выемке, подготовленными и вскрытыми запасами на нормативном уровне;
- работу в карьере нормативного числа выемочных единиц достижения установленной производительности и усреднения качественного состава добываемого сырья;
- обеспеченность каждой выемочной единицы запасами отбитой руды в соответствии с производительностью в интервале времени между взрывами.

Управление запасами отбитой руды в карьере необходимо осуществлять таким образом, чтобы в каждом добычном забое на момент взрыва количество отбитых запасов было достаточным для обеспечения в интервале между взрывами максимальной производительности экскаватора [11]. Нормативную величину готовых к выемке запасов можно снизить, если направление движения заходки экскаватора на добычных уступах принять параллельным направлению наименьшей автокорреляции содержания усредняемого показателя. В этом случае значение внутризабойной дисперсии будет наименьшим, что приведет к уменьшению числа добычных экскаваторов и нормативов готовых к выемке запасов.

Емкость буферно-подшихтовочного склада должна соответствовать 1,5-суточному запасу руды, что обеспечивает снижение колеблемости качества рудопотока на 20-25% [12]. Результаты имитационного моделирования формирования рудопотоков циклично-поточная технология являются научной основой для разработки и обоснования условий организации и параметров схем стабилизации качественно-количественных параметров карьерных рудопотоков, их адаптации к изменению условий внешней экономико-технологической среды, устойчивости работы комплексов.

Для обеспечения бесперебойной и независимой работы одного вида транспорта от другого, снабжения обогатительных фабрик однородной по качественному составу рудой необходимо создание складов, выполняющей функцию буфера, способного обеспечивать на протяжении определенного периода времени железнодорожный транспорт рудой в требуемых объемах, и функцию усреднения - для снижения колебаний содержания железа в руде, подаваемой на обогащение [13]. Буферно-усреднительные склады в карьере являются сложной системой, эффективность функционирования которой зависит от емкости, площади, высоты и ширины склада, ширины заходки экскаватора, обслуживающего склад.

Исследованиями было установлено, что производительность карьера должна определяться с учетом взаимосвязи ширины рабочей площадки и длины активного фронта горных работ, которые обеспечивают в карьере необходимый объем готовых к выемке запасов [14]. Из этого следует, что ширина

рабочей площадки должна определяться исходя из ее взаимосвязи с длиной активного фронта горных работ, обеспечивающих в карьере объем готовых к выемке запасов и заданную производительность с учетом ее увеличения. По результатам исследований была усовершенствована методика определения объемов вскрышных работ, обеспечивающих в карьере нормальные условия добычи полезного ископаемого при изменении его производительности. Применение методики возможно, как в случае вовлечения в разработку одного, так и нескольких участков рабочей зоны.

При увеличении производительности карьера по руде за счет вовлечения в разработку нескольких участков рабочего борта карьера, характеризующимися различными коэффициентами вскрыши, скорость подвигания и ширина рабочей площадки должны определяться отдельно для каждого участка в зависимости от его производительности.

Увеличение текущего коэффициента вскрыши и объемов вскрышных работ в большей степени, чем рост производительности карьера по руде, объясняется необходимостью увеличения ширины рабочих площадок на уступах для создания в карьере нормативных запасов руды и объемов пустых пород, готовых к выемке [15]. При увеличении производительности карьера по руде планирование объемов вскрышных работ по постоянному коэффициенту вскрыши приведет к несоблюдению Норм технологического проектирования по готовым к выемке запасам руды и объемов пустых пород.

Результаты исследования. При разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом нормативы вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов влияют на надежность работы карьера, качественные характеристики поставляемого потребителям минерального сырья, извлечение полезных компонентов при переработке, общую экономическую эффективность от добычи руды в недрах до готовой продукции и стабилизацию добычи руд. В этой связи для стабилизации качественных характеристик поставляемого потребителям минерального сырья на открытых горных работах в республике рекомендуется использовать следующие рациональные задачи:

- показана важность обоснования нормирования запасов по степени подготовленности на технико-экономические показатели работы горного предприятия;
- при формировании качества добываемой руды следует учесть влияние природных, технологических и экономических факторов и государственную необходимость в данном сырье;
- применение системы автоматического режима и управление потоками руды на конвейерной ленте методом гамма-нейтронно-активационного анализа обеспечивает контроль изменения качества минерального сырья;
- обоснование нормативов подготовленных и готовых к выемке запасов следует осуществлять на основании соотношения основных технологических типов руд в выемочной единице;
- при применении ЦПТ в связи с развитием геофизических методов опробования, ГНСС в качестве управляющей системы в карьерах создается комплексная система управления стабилизацией качества руды;
- определение объемов запасов руды по степени подготовленности к выемке с учетом оптимального неравномерного их распределения по высоте рабочей зоны позволяет повысить надежность работы системы «карьер» и экономическую эффективность реализации проектных решений;
- образуемый в процессе объединения единый рудопоток в соответствующих пропорциях сырья из различных забоев представляет качество добытой руды карьера для отправки на обогащение;
- улучшение условий внутрикарьерного усреднения за счет установления нормативного числа добычных единиц позволяет снизить колебание качественного состава добываемого сырья, поступающего на обогатительную фабрику и повысить эффективность отработки месторождения;
- обеспечение производительности экскаватора в интервале между взрывами достигается при параллельном направлении движения заходки экскаватора на добычных уступах по наименьшей корреляции содержания усредняемого показателя;
- изменение условий внешней экономико-технологической среды и устойчивость работы комплексов циклично-поточной технологии зависит от обоснования условий организации и параметров схем стабилизации качественно-количественных параметров карьерных рудных потоков;
- обеспечение в определенном периоде времени железнодорожного транспорта в требуемых объемах рудой и снабжение обогатительных фабрик однородной по качественному ее составу требует создания буферных складов;
- параметры рабочей площадки должна определяться исходя из ее взаимосвязи с длиной активного фронта горных работ для обеспечения объема готовых к выемке запасов и заданную производительность с учетом ее увеличения;
- отставание вскрышных работ в карьере потребует увеличения текущего коэффициента вскрыши и объемов вскрышных работ для создания в карьере нормативных запасов руды.

Обсуждение. Изучение опыта нормирования вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов и формирования качества добываемой руды на открытых разработках с учетом влияния природных, технологических и экономических факторов оказывает положительную роль для стабилизации качества и повышения однородности содержания добытой руды при освоении месторождений полезных ископаемых. Стабилизация качества и повышение однородности содержания в рудном сырье способствует повышению извлечения полезных компонентов при обогащении и переработке при эксплуатации месторождений минерального сырья, в результате этого повышается общая эффективность извлечения металлов и технико-экономические результаты горного предприятия.

Статья подготовлена по проекту ПЦФ МОН РК 2018/BR05235618.

ЛИТЕРАТУРА

[1] ВНТП 35-86. Нормы технологического проектирования горнорудных предприятий цветной металлургии с открытым способом разработки. 1986-10-01.

[2] Порцевский А.К. Управление качеством рудной массы на открытых горных работах. –М.:1998. www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-uprav-kach-rud-massy-porcevskiy.pdf.

[3] Система управления потоками фосфатной руды с целью обеспечения заданного качества /А.Г. Рыбаков, С.М. Андреев, Е.Э. Бодров, М.В. Федорова, И.С. Бурмистрова. - Магнитогорск: МГТУ. Автоматизированные технологии и производства. №2, 2016. - С.19-24.

[4] Мининг С.С. Нормирование запасов железистых кварцитов по степени подготовленности к добыче в карьере ОАО «Лебединский ГОК». https:// cyberleninka.ru/.../normirovanie-zapasov-zhelezistyh-kvartsitov-po-stepeni-po.

[5] Азарян В.А. Цели и задачи создания комплексной системы управления качеством руд в рудопотоках карьеров. knu.edu.ua/Files/91_2006/st_55.pdf.

[6] Фомин С.И., Пономарев А.И., Шевелев В.А. Нормирование готовых к выемке запасов при формировании рабочей зоны карьера // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. Вып. 2. -Тула: Изд. ТулГУ. 2012. –С.176-183.

[7] Федоров А.В., Ромашкин Ю.В. Управление подготовленными к выемке запасами угля на разрезах СУЭК в целях оптимизации операционных затрат // ISSN 0236-1493. Горный информационно-аналитический бюллетень. №5. 2016. -С. 364-379. www.giab-online.ru/files/Data/2016/5/364_379_5_2016.pdf.

[8] Фомин С.И., Чан Динь Бао, Базарова Е.И. Нормирование запасов руды по степени подготовленности к выемке при проектировании открытой разработки месторождений // Маркшейдерия и недропользование. №2(88), 2017. -С.53-56.

[9] Акишев А.Н., Бахтин В.А., Васильев П.В. Нормирование запасов при выемке кимберлитовых руд с учетом извлекаемой ценности алмазов // Горный информационно-аналитический бюллетень. –М.: Горная книга. № 12. 2011. -С. 222-226. cnb.uran.ru/files/4ec1e1d69592g.pdf.

[10] Азарян В.А. Разработка функциональной схемы управления качеством в рудопотоках карьеров с целью повышения эффективности работы. Качество минерального сырья / Сборник научных трудов. –Кривой Рог: Октан-принт 2011. –С.60-63.

[11] Фомин С.И., Шевелев В.А., Маринин М.А. Определение количества добычных единиц, обеспечивающих достижение установленной производительности карьера и требований к внутрикарьерному усреднению руд. pmi.spmi.ru›index.php/pmi/article/viewFile/320/342.

[12] Горпинич А.В. Применение складов руды в циклично-поточной технологии при формировании рудопотоков на карьерах. rr.nmu.org.ua/ pdf/2015/20150906-31.pdf.

[13] Шевелев В.А. Определение емкости буферно-усреднительного склада с учетом параметров технологического оборудования // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. Вып. 2. -Тула: Изд. ТулГУ. 2012. –С.189-196.

[14] Луценко С.А. Определение объемов вскрышных работ при изменении производительности карьера по руде // Вісник Криворізького національного університету, вип. 43, 2016.-С.16-21.

[15] Близнюкова О.Ю. Влияние производительности карьера на объемы вскрышных работ // Вісник Криворізького національного університету, вип. 43, 2016. -С.122-126.

Рысбеков Қ.Б., Қалыбеков Т., Солтабаева С.Т.

Ашық тау-кен жұмыстарындағы кенді өндіруді тұрақтандыруға қорлардың дайындалғандық нормативтерінің әсерін зерделеу

Түйіндеме. Кенорындарын ашық әдіспен игерудегі өндірілетін кеннің сапалық құрамын тұрақтандыру үшін пайдалы қазынды қорларының ашылған, дайындалған және қазуға даяр қорларының нормативтерін негіздеудің маңыздылығы көрсетілген. Ашық тау-кен жұмыстарында өндірілген кен құрамының біркелкілігін жоғарылату және сапасын тұрақтандыру кезіндегі табиғи, технологиялық және экономикалық факторлардың әсерін ескерумен минералды шикізаттың сапасын қалыптастырудың ұтымды тәжірибелері келтірілген.

Түйінді сөздер: қорлардың дайындалғандығы, кен, сапа, тұрақтандыру, көрсеткіш, карьер.

Rysbekov K.B., Kalybekov T., Soltabayeva S.T.

The tudy of influence of reserves readiness standards on the ores extraction regulation at the open pit mining

Summary. The importance of standards substantiation of uncovered, prepared and ready to extract mineral reserves is shown to regulate quality compound of the extracted ore at the opencut mining. Efficient experiments over the quality making of mineral raw materials are brought taking into account the influence of natural, technological and economic factors during the quality regulating and increasing of homogeneity of extracted ore consistency at the opencut mining.

Keywords: reserves readiness, ore, quality, regulation, standard, open-pit.

ӘОЖ: 539.12.04; 539.21

[1]Т.М. Алдабергенова, [2]В. Виелеба, [3]С.Б. Кислицин
([1]Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы
[2]Вроцлав технологиялық университеті, Вроцлав, Польша
[3]ҚР Энергетика министрлігінің Ядролық физика институты, Алматы, Қазақстан Республикасы)

ҚАЛДЫҚ ГАЗ ПЛАЗМАСЫ ИОНДАРЫМЕН СӘУЛЕЛЕНДІРІЛГЕН ЖОҒАРЫ ТАЗА ВОЛЬФРАМ БЕТІНІҢ ҚҰРЫЛЫМЫ МЕН ҚАСИЕТТЕРІ

Аңдатпа. Бұл жұмыста қалдық газдардың солғын разряды плазмасынан алынған иондардың кеңістіктік зарядының бойлық автотербелістерінің вольфрам бетінің құрылымы мен физика-механикалық қасиеттеріне импульстік әсері зерттеледі. Мұндай әсер беттің иондық тозаңдану эффектілерімен байланысты және беттің кедірбұдырлылық деңгейінің артуы болатын бет морфологиясының айтарлықтай өзгерістеріне алып келетіні анықталды. Иондардың кеңістіктік зарядының бойлық автотербелістерінің 15.8 МГц жиілігінде микроқаттылықтың орташа мәні іс жүзінде өзгерген жоқ. Иондардың кеңістіктік зарядының бойлық автотербелістерінің 25.3 МГц жиілігінде микроқаттылықтың орташа мәні 11%-ға төмендеді.

Түйін сөздер: Плазмагенератор, вольфрам, беттің құрылымы, ионымен сәулелену, оптикалық микроскопия, тозаңдану коэффициенті.

Кіріспе

Графит, молибден сияқты материалдармен қатар вольфрам да термоядролық реакторлар диверторының пластиналарын штаттық жағдайларда, әсіресе, плазманың үзілуі кезінде иондаушы сәулеленуден және термиялық жүктемдерден қорғайтын материал ретінде қарастырылады [1,2]. Плазманың үзілуі кезінде энергияның дивертор пластиналарына импульстік бөлінуі әртүрлі типтегі токамактар үшін 5-20 МВт/м^2 құрайды [3]. Осы жылулық әсерлер қорғаныш материал қасиеттерінің едәуір деградациясына – беттің эрозиясына, сызаттардың пайда болуына және бүлінуге әкеп соқтырады [4]. Зарядталған бөлшектермен сәулелендіру материалдың тозаңдануына, беттің блистерингі мен флекингіне, сәйкесінше, физика-механикалық қасиеттерінің өзгеруіне алып келеді [5,6]. Алайда, энергияның импульстік бөліну және иондық сәулелендірудің вольфрам құрылымы мен қасиеттеріне әсер ету заңдылықтары әлі толықтай зерделенбеген. Аталған жұмыста қалдық газдардың (азот, оттек, сутек) солғын разряды плазмасынан алынған иондардың кеңістіктік зарядының бойлық автотербелістерінің импульстік әсері зерттеледі. Осындай иондық сәулелендіру (иондардың энергиясы 100 кэВ аспайды) және соққылық әсер ету материалдың механикалық қасиеттерінің өзгеруіне алып келеді.

Үлгілер, сәулелендіру және зерттеу әдістері

Зерттеу жүргізу үшін өте таза вольфрам үлгілері дайындалды. Дайындық жұмыстары МОИ пастасын қолдана отырып, механикалық ажарлауды және жалтыратуды қамтыды.

Екі вольфрам үлгісі арнайы құрастырылған плазмогенератордың ішіне салынып, одан әрі, жүйені вакуумдаған соң, үлгілер қалдық газ иондарымен атқыланды [7,8]. Плазмогенератордың жұмыс істеу параметрлері: ток - 50 мА, кернеу - 1900 В. Үлгілерді экспозициялау уақыты бірдей болып, 15 минутты құрады, бұл ретте №1 үлгіні сәулелендіру кезінде автотербелістердің жиілігі - 15.8 МГц, №2 үлгіні сәулелендіру кезінде - 25.3 МГц құрады.

Сәулелендірілген материалдың тура сондай қасиеттерімен салыстыру үшін плазмалық әсер етуден бұрын екі вольфрам үлгісі бетінің құрылымы мен қасиеттері анықталды. Сәулелендірілген вольфрам үлгілері бетінің құрылымы мен қасиеттері сәулелендіруге дейін қолданылған әдістермен анықталды. Келесі сипаттамалар анықталды:

• үлгілердің салмағы (OHAUS электрондық таразысы);
• D8 ADVANCE дифрактометрінде рентгенфазалық талдау әдісі арқылы кристалдық құрылымы;
• энергодисперсиялық рентгендік микроталдауға (ЭДРТ) арналған жалғамы бар PhenomProX сканерлеуші электрондық микроскопын пайдалана отырып беттің құрылымы және элементтік құрамы, атомдық-күш микроскопиясы (XE-100 микроскопы);
• микроқаттылық (SHIMADZU микроқаттылықөлшегіші);
• бет бұдырлылығы (DIAVITE DH-5 профилометрі).

Нәтижелер және талқылаулар

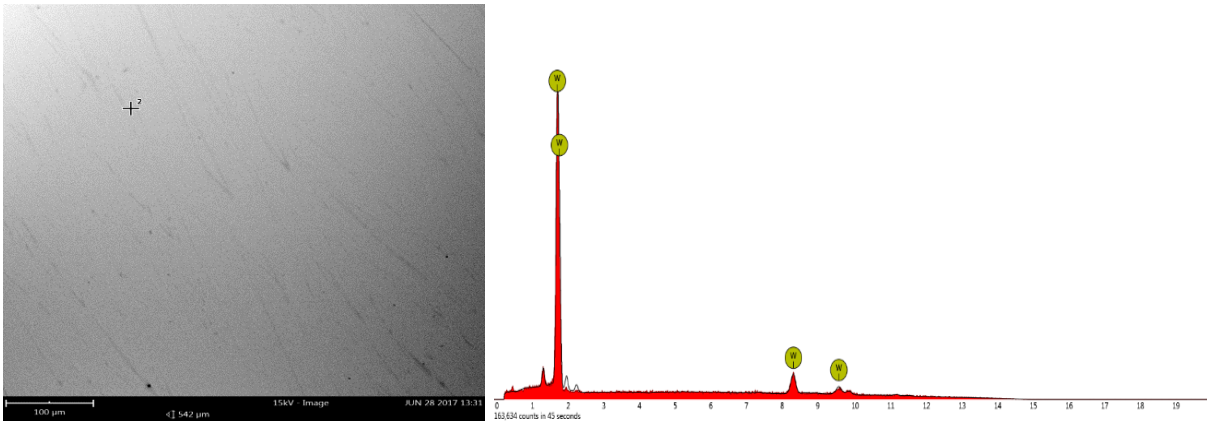
Вольфрамның сәулеленуге дейінгі құрылымы мен қасиеттері

Вольфрам үлгілерінің радиациялық әсерге дейін және радиациялық әсерден кейін салмағын өлшеу нәтижелері 1-кестеде ұсынылған.

1-кесте. **Вольфрам үлгілерінің элементтік құрамы**

үлгі №	1		2	
	Сәулелендіруге дейін	Сәулелендіруден кейін	Сәулелендіруге дейін	Сәулелендіруден кейін
Салмағы, г	3.8447 ± 0.0001	3.8446 ± 0.0001	4.5513 ± 0.0001	4.5511 ± 0.0001

Вольфрам үлгілерін элементтік талдау жұмысы сканерлеуші электрондық микроскопқа қоса жүретін ЭДРТ жалғамының көмегімен орындалды, оның нәтижелері 1-суретте және 2-кестеде көрсетілген. Беттің жекелеген бөліктерінде оттектің кездесетінін атап өтейік, оның пайда болуы үлгілерді дайындаумен – ГОИ пастасын пайдаланып ажарлаумен және жалтыратумен байланысты болуы мүмкін.



а б

1-сурет. Сәулелендіруге дейін вольфрам бетін элементтік талдау нәтижелері, а - №1 вольфрам үлгісі бетінің кескіні, элементтік құрамын анықтау орны (+) көрсетілген, б – рентгендік спектр.

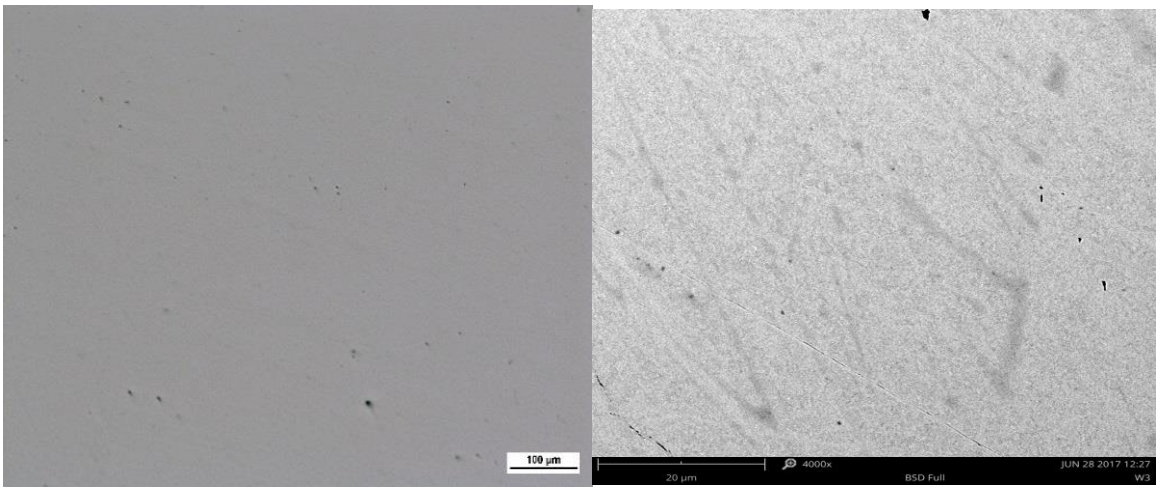
2-кестеде спектрді өңдеу нәтижесі келтірілген (1,б-сурет)

2-кесте. **Вольфрам үлгілерінің элементтік құрамы**

Элементтің реттік №	Элемент	Концентрациясы, ат.%	Концентрациясы, салмақ. %
74	Вольфрам	100.00	100.00

Вольфрамның кристалдық құрылымы - тор тұрақтысы a = 3.170774 Å, кристалдық торының жетілгендік дәрежесі едәуір жоғары болатын КЦК тор болып табылады.

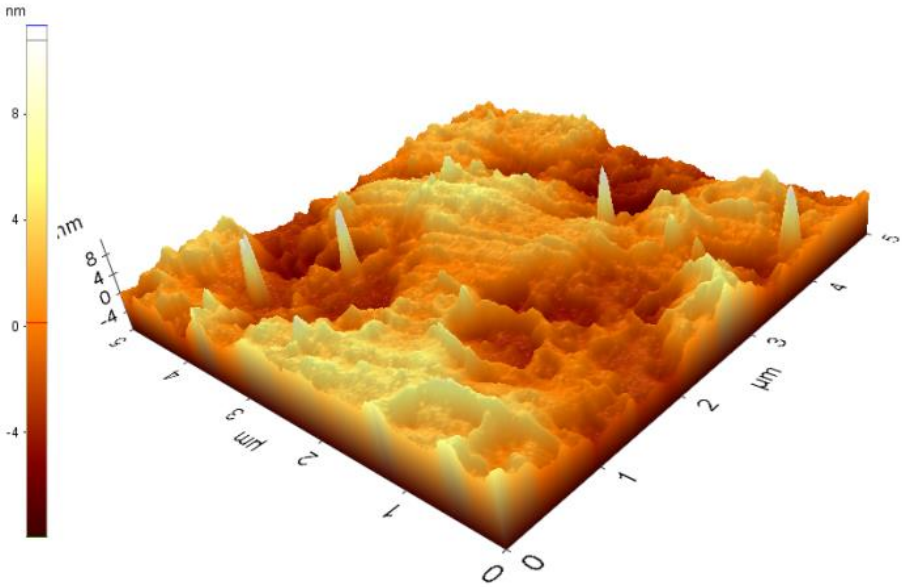
Үлгілердің радиациялық әсерге дейінгі бетінің құрылымы 2-суретте келтірілген, онда №1 үлгінің ОМ және СЭМ кескіндері көрсетілген.



а б

2-сурет. Дайындалған вольфрам үлгілерінің сәулелендіруге дейінгі бетінің кескіндері: а - ОМ, б – СЭМ

Сондай-ақ, сәулелендіруге дейін АКМ әдісі арқылы беттің құрылымын зерттеу жүргізілді. Атомдық-күш микроскопиясы деректері бойынша №1 үлгі бетінің құрылымы 3-суретте көрсетілген.



3-сурет. №1 вольфрам үлгісінің сәулелендіруге дейінгі бетінің АКМ- кескіні

Беттің құрылымын АКМ әдісімен зерделеу бойынша келтірілген деректерден көрінетіндей, беттің үсті едәуір тегіс, 5мкм × 5мкм алаңындағы бұдырлылық 8 нм аспайды. 2-, 3- суреттердегі нәтижелерден көретініміз, қалдық газ плазмасынан алынған иондармен сәулелендіру ықпалын кейіннен зерттеу үшін үлгілердің беті сәулелендіру үшін жеткілікті даярланған.

Құрылымдық зерттеулермен қоса, микроқаттылық та өлшенді (Виккерс бойынша). №1 және №2 үлгілер үшін микроқаттылықтың орташаланған мәні сәйкесінше, 785 Н және 845 Н құрады.

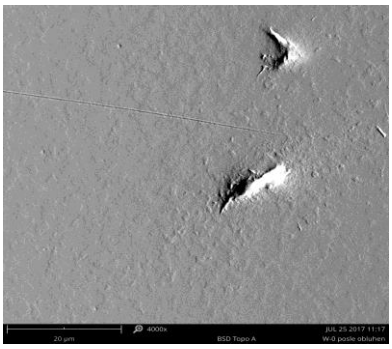
Вольфрамның сәулеленуден кейінгі құрылымы мен қасиеттері

Солғын разряд плазмасынан алынған қалдық газ иондарының кеңістіктік зарядының бойлық автотербелістерінің импульстік әсерінен кейінгі вольфрам бетінің құрылымын және қасиеттерін зерттеу жұмысы сәулелендіруге дейін қолданылған әдістермен орындалды.

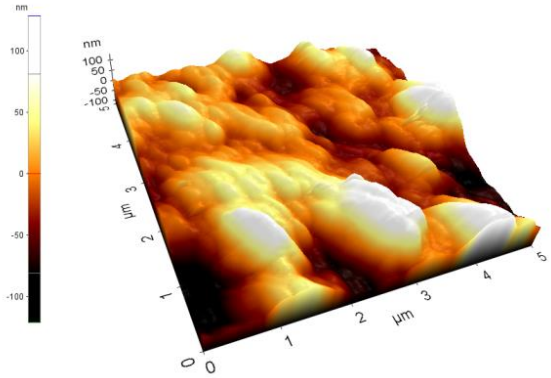
ЭДРТ және рентгенқұрылымдық талдау нәтижелері көрсеткендей, құрылымдық-фазалық және элементтік құрамы өзгермеген.

Беттің құрылымы айқын өзгерістерге ұшырады, мұны СЭМ және АКМ әдістерімен жүргізілген зерттеу нәтижелерінен көреміз.

4-, 5- суреттерде СЭМ және АКМ арқылы алынған беттің кескіндері көрсетілген.

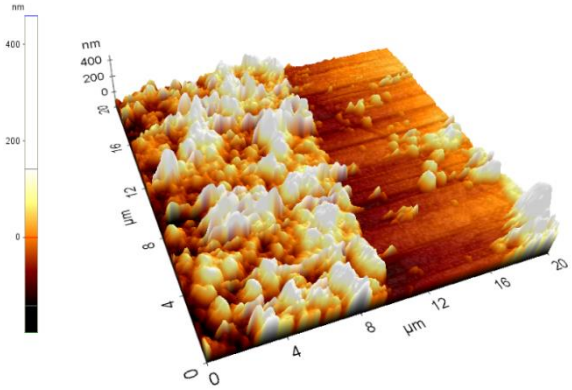


4-сурет. Солғын разряд плазмасынан алынған қалдық газдың иондарымен сәулелендірілген №2 үлгі бетінің СЭМ кескіні



5-сурет. №2 үлгі бетінің қалдық газ иондарымен сәулеленуден кейінгі АКМ кескіні

Қалдық газдардың солғын разряды плазмасынан алынған иондардың кеңістіктік зарядының бойлық автотербелістерінің импульстік әсері вольфрам бетінің құрылымын едәуір өзгеріске ұшыратады (4-, 5- суреттер). Бет үстінде биіктігі 100 нм дейін құрайтын жүйесіз пішіндегі шығыңқы жерлер пайда болады (4-сурет). Бет бұдырлылығының едәуір артатындығы 6-суретте айқын бейнеленген, онда №2 үлгі бетінің сәулелендірілген және сәулелендірілмеген бөліктерінің кескіндері көрсетілген.



6-сурет. №2 үлгі бетінің сәулелендірілген және сәулелендірілмеген бөліктерінің АКМ кескіні

Бет бұдырлылығының ұлғаюы және шығыңқы жерлердің пайда болуы, иондық әсер кезінде беттің тозаңдалуы салдарынан болуы мүмкін. Блистерлердің, яғни гелиймен толтырылған көпіршіктердің бет үстінде түзілуі және беттің қабыршықтануы байқалатын альфа-бөлшектермен вольфрамды сәулелендіру процесіне қарағанда, бұл эффект одан едәуір аз деңгейде айқындалатынын атап өткен жөн [9,10].

Сәулелендірілген №1 үлгінің микроқаттылығын өлшеу нәтижелері бойынша иондардың кеңістіктік зарядының бойлық автотербелістерінің жиілігі 15.8 МГц тең болғанда, микроқаттылықтың орташа мәні 793 Н дейін (~ 1%-ға) артқанын, ал №2 үлгіде (автотербелістер жиілігі 25.3 МГц тең) - 751 Н

дейін (~ 11%-ға) кемігенін көреміз. Беттің беріктелуі бойынша осындай нәтижелер алу негізінен күтілмеген жағдай, өйткені бірқатар зерттеулерде, мысалы [11,12] жұмысты қарасаңыз, осылай солғын разряд плазмасынан сәулелендіру - беткі қабаттарда дислокацияларды өндіру есебінен бет қаттылығының едәуір (екі есеге дейін) артуына алып келетіндігі анықталды. Алайда, дәл осы мақалада [13,14] беріктелу эффекті солғын разряд плазмасы иондарымен сәулелендіру жағдайларына, кернеуге, температураға, сондай-ақ автотербелістер жиілігіне сарынды емес түрде байланысты екендігі баса айтылады.

Қорытынды

Орындалған зерттеу нәтижелері бойынша келесі тұжырымдарды жасауға болады:

- Қалдық газдардың солғын разряд плазмасынан алынған иондардың кеңістіктік зарядының бойлық автотербелістерінің импульстік әсері бет морфологиясының едәуір өзгеруіне әкеп соқтырады, оның мәнісі беттің бұдырлылық деңгейінің артуында, бұл беттің иондық тозаңдану эффектілерімен байланысты.

- Иондардың кеңістіктік зарядының бойлық автотербелістерінің жиілігі 15.8 МГц тең болғанда, микроқаттылықтың орташа мәні өзгермеді деп айтуға болады (артуы ~ 1%-ға). Иондардың кеңістіктік зарядының бойлық автотербелістерінің жиілігі 25.3 МГц тең болғанда, микроқаттылықтың орташа мәні 11%-ға кеміді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Barabash M.V., Mazul I.V., and Saksagansky G.L. Probl. Atomic Sci. Technol. Phys // Radiation Damage Radiation Mater. Sci. 1, 3–14 (1991).

[2] Bolt H., Barabash V., Krauss W., Linke J., Neu R., and Suzuki S., Nucl J. // Mater. 329–333, 66–73 (2004).

[3] Азизов Э.А.,Велихов Е.П.,Тажибаева И.Л., Школьник В.С., Минеев А.Б., Филатов О.Г ., Пивоваров О.С., Тухватулин Ш.Т., Шестаков В.П. К-14 Казахстанский материаловедческий токамак КТМ и вопросы управляемого термоядерного синтеза // Алматы, 2006.-236с.

[4] Yuana Y.,Greunerb H., Boswirthb B., Kriegerb K H., Luoc G.H., Xua Y., Fua B.Q., Lia M., Liua W.* Recrystallization and grain growth behavior of rolled tungsten under VDE-like short pulse high heat flux loads// Journal of Nuclear Materials.433(2013)523-530

[5] Неклюдов И.М., Толстолуцкая Г.Д. Гелий и водород в конструкционных материалах // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение. 2003. № 3. (83). с. 3-14.

[6] А.А. Писарев, «Захват ионов в твердое тело»,Издательство МИФИ, Москва 2003.Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat http://www.dissercat.com/content/vzaimodeistvie-ionov-deiteriya-s-volframovymi-materialami-dlya-termoyadernykh-ustanovok#ixzz5Jn9gaRJr

[7] Tereshko I.V., Abidzina V.V., Elkin I.E., etc. The formation of nanoclusters in metals by the low-energy ion irradiation in glow discharge plasma //Изв. вузов. Физика. -2006. -№8. – с.198-201.

[8] Gorchakov A.M., Tereshko I.V, Gorchakova F., Abidzina V.V., Elkin I.E. The influence of low-energy ion irradiation in glow-discharge plasma on biological objects. . Proceedings of the 14th International Conference on Surface Modification of Materials by Ion Beams, 4-9 Sept., 2005, Kusadasi, Turkey. p. 287.

[9] Aldabergenova T.M., Kislitsin S.B., Larionov A.C., Yar-Mukhamedova G.S. Effect of Low-Energy Alpha Particles Irradiation on Surface Structure and Physical-Mechanical Properties of High-Purity Tungsten. // AIP: Conference Proceedings. – 1783, 020003 (2016); doi: 10.1063/1.4966296

[10] Козырева М.С., Карпиков А.Н., Кислицин С.Б. Теоретическое исследование распыления вольфрама при облучении ионами водорода, гелия и аргона // Вестник НЯЦ РК. – 2014. – Выпуск 3 (59). – С.23-28.

[11] Козлов Э.В., Терешко И.В., Ходырев В.И. и др. Формирование дефектной структуры при воздействии на металлы плазмы газового разряда // Изв. вуз. Сер. Физика. 1992. № 1. С. 14–19.

[12] R. Frauenfelder, «Solution and diffusion of Hydrogen in Tungsten» // J. of Vac. Science & Technology, Vol.6, № 3 (1968) 388-392.

[13] Карпиков А.Н., Кислицин С.Б., Козырева М.С. Распыление шероховатой поверхности в процессе ионного облучения металлов // Сборник трудов XII Международной научной школы конференции «Фундаментальное и прикладное материаловедение». - г.Барнаул: АлтГТУ, 2015. -7 с.

[14] K. Tokunaga, R.P. Doerner, R. Seraydarian, N. Noda, N. Yoshida, T. Sogabe, T. Kato, B. Schedler // J. Nucl. Mater, Vol. 307-331, (2002), 126-129.

Алдабергенова Т.М., Виелеба В., Кислицин С.Б.

Структура и свойства поверхности высокочистого вольфрама облученного ионами плазмы остаточного газа

Резюме: В работе исследуется влияние импульсного воздействия продольных автоколебаний пространственного заряда ионов из плазмы тлеющего разряда остаточных газов на структуру поверхности и физико-механические свойства вольфрама. Установлено, что такое воздействие приводит к значительным изменениям морфологии поверхности, обусловленным эффектами ионного распыления поверхности и заключающимися в увеличении степени шероховатости поверхности. При частоте продольных автоколебаний пространственного заряда ионов 15.8 МГц среднее значение микротвердости практически не изменилось. При частоте продольных автоколебаний пространственного заряда ионов 25.3 МГц среднее значение микротвердости снизилось на 11%.

Ключевые слова: Плазмогенератор, вольфрам, структура поверхности, облучение ионами, оптическая микроскопия, коэффициент распыления.

Aldabergenova T. M., Wieleba W., Kislitsin S.B.

The structure and properties of the high-purity tungsten surface irradiated with plasma ions of residual gas

Summary: The impulsed action effect of the longitudinal self-oscillations of the ions space charge from the glow discharge residual gases plasma on the surface structure and the physical and mechanical properties of tungsten has been studied in this paper. It has been found that this effect leads to major changes in the surface morphology due to the effects of surface ion sputtering and implies an increase in the degree of surface roughness. At 15.8 MHz frequency of longitudinal self-oscillations of the ions space charge, the average value of microhardness remained practically unchanged. At 25.3 MHz frequency of longitudinal self-oscillations of the ions space charge, the average value of microhardness decreased by 11%.

Keywords: plasma generator, tungsten, surface structure, ions irradiation, optical microscopy, sputtering coefficient.

УДК 621.879

R.A. Kozbagarov, N. S. Kamzanov, T.S.Beketov

STRUCTURAL AND KINEMATIC SCHEMES ANALYSIS OF THE RACKING GEAR OF SINGLE-BUCKET EXCAVATORS

Abstract. The structural and kinematic schemes analysis of the racking gear of single-bucket excavators was carried out. It showed that the cremaillere-rack and pinion gear has a complete power integrity with lifting and rotating mechanisms, simplicity of manufacturing, installation and repair. Thus, the functional purpose of the cremaillere-rack and pinion mechanism corresponds to the requirements imposed on them and makes it possible to draw a conclusion on the expediency of using it on one-bucket excavators with a bucket capacity of 4 to 20 m^3.

Keywords: excavator, bucket, handle, racking gear.

Р.А. Козбагаров, Н.С. Камзанов, Т.С. Бекетов
(Сәтбаев университеті, г. Алматы, Республика Казахстан, ryctem_1968@mail.ru)

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНО – КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ НАПОРНЫХ МЕХАНИЗМОВ ОДНОКОВШОВЫХ ЭКСКАВАТОРОВ

Аннотация. В работе проведен анализ конструктивно-кинематической схемы напорных механизмов одноковшовых экскаваторов который показал, что кремальерно-реечный напорный механизм имеет полную силовую целостность с механизмами подъема и поворота, простоту изготовления, монтажа и ремонта. Таким образом, функциональное назначение кремальерно-реечного напорного механизма соответствует требованиям предъявляемых к ним и позволяет сделать заключение о целесообразности его использования на одноковшовых карьерных экскаваторах с ковшом, вместимостью от 4 до 20 $м^3$.

Ключевые слова: Экскаватор, ковш, рукоять, напорный механизм.

Одноковшовые экскаваторы с реечным напорным механизмом широко применяются при выполнении земляных работ в строительной, дорожной и горных отраслях. Одним из путей повышения эффективности экскаваторов является исследование характера и установление предельного износа их деталей и узлов.

Одноковшовые экскаваторы находят самое широкое применение во всех видах строительства и при разработке полезных ископаемых открытым способом, в различных горно-геологических, технических и климатических условиях эксплуатации.

Значительная часть экскаваторов работает в зонах с различным температурно-климатическим

режимом, в труднодоступных районах и почти всегда в воздушной среде, содержащей повышенный процент абразива. Кроме того, работая в сложных горно-геологических условиях, они разрабатывают породы с различными физико-механическими свойствами. Значительный объем работ связан с разработкой взорванных горных пород, представляющих собой кусковатую массу высокой прочности и твердости.

Рабочий процесс экскаватора в основном определяется кинематической целостностью и гибкостью механизмов подъема, напора и поворота. Доминирующим являются первые два механизма, которые, как правило, взаимосвязаны.

Для обеспечения наполнения ковша, формирования стружки грунта в процессе его разработки, экскаватор должен создать на зубьях ковша усилие, направленное нормально к траектории копания в точке контакта зуба с забоем. Для создания этого усилия, а также для обеспечения возвратно-поступательного движения рукояти, прицельной разгрузки ковша, экскаватор оборудован напорным механизмом.

Напорное усилие, необходимое для стружкообразования в процессе копания, меняется в зависимости от расположения ковша в забое. Типичный забой экскаватора и траектория движения ковша на пути его наполнения представлены на рисунке 1.

В начале копания ковш находится у гусениц, рукоять занимает положение под углом ξ=5-10° с вертикалью, задний угол копания θ составляет 45÷50°. Это обеспечивает более легкое и быстрое заглубление ковша в грунт и является первым расчетным положением.

В начальной части забоя траектория почти горизонтальна, ковш с «хода» врезается в грунт, и в начале копания скорость напора должна быть наиболее высокой, с тем, чтобы уменьшаться до нуля по мере наполнения ковша на уровне оси напорного вала.

Для обеспечения движения ковша по траектории забоя, радиус копания при этом изменяется. Такой режим работы обеспечивает почти постоянное усилие подъема и позволяет работать с использованием максимальной мощности привода.

Постепенное уменьшение скорости напора позволяет поддерживать более постоянное и небольшое значение заднего угла копания θ, что также содействует снижению сопротивления копанию. Таким образом, скорости подъема и напора взаимосвязаны и их соотношение меняется в зависимости от положения ковша относительно оси напорного вала. По мере разработки забоя и удаления точки начала копания от экскаватора, начальная скорость напора с каждой стружкой возрастает и достигает 0,6÷0,8 от средней скорости подъема.

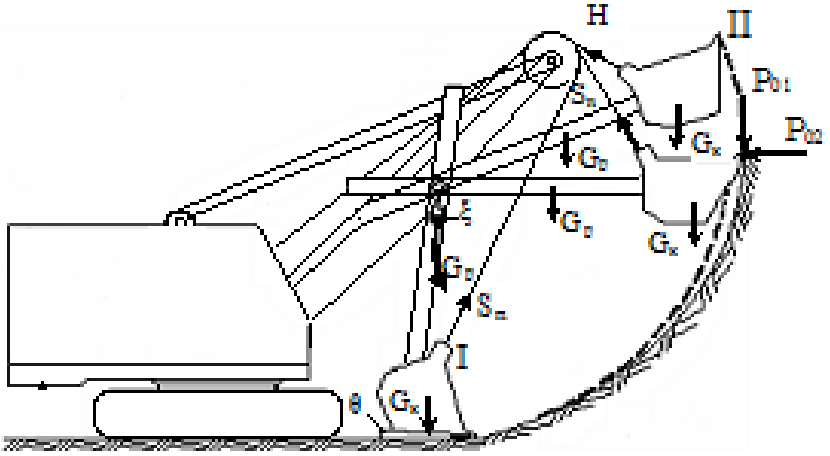


Рис. 1. Рабочий процесс копания прямой лопатой

Активное напорное усилие, реализуемое на рукояти напорного механизма, должно преодолеть при движении нормальную реакцию грунта, составляющую силу полиспаста подъема ковша, направленную вдоль рукояти (II-е расчетное положение), а при положении ковша выше оси напорного вала (III-е расчетное положение) - составляющую веса ковша с грунтом и рукояти. Так как процесс копания обычно заканчивается на уровне оси напорного вала, то эти веса чаще способствуют напору, разгружая напорный механизм.

После заполнения ковша, экскаватор поворачивается к месту разгрузки. При этом в зависимости от места выгрузки, высоты транспорта или контура отвала, машинист осуществляет регулировку ради-

уса и высоты выгрузки за счет выдвижения рукояти. Совершенно естественно, что при работе экскаватора с транспортными средствами, требования к точности остановки ковша над местом разгрузки повышаются.

Назначение напорного механизма при разгрузке – обеспечить возвратно-поступательное движение рукояти [1], точную установку ковша над местом разгрузки, обеспечить величину и скорость напора, позволяющие отрывать ковш от забоя втягиванием рукояти.

В данном (III-ем) расчетном положении напорное усилие является пассивным; оно обычно больше активного и используется при разгрузке ковша. Следовательно, и при выгрузке, одним из основных механизмов является напорный и его силовая и кинематическая целостность определяют время разгрузки, а, следовательно, и производительность экскаватора.

Таким образом, основными задачами напорного механизма при работе экскаватора являются:

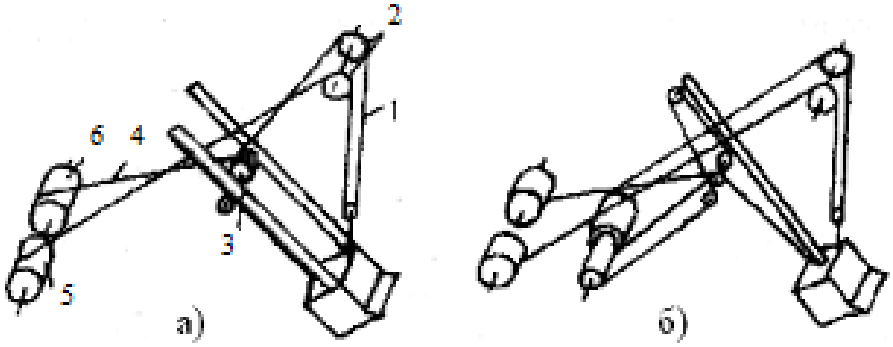
- обеспечение необходимого усилия напора для стружкообразования;
- изменение скорости и усилия напора в соответствии с положением ковша, забое и при разгрузке;
- взаимное соответствие режимов работы напорного механизма с подъемным и поворотным;
- создание возвратно-поступательного движения рукояти;
- обеспечение усилия напора для удержания веса груженого ковша над местом разгрузки.

Решение вышеперечисленных задач напорным механизмом одноковшовых экскаваторов позволяет сделать вывод о его функциональной значимости, кинематической целостности с другими механизмами экскаватора и его роли в процессе копания и разгрузки.

В настоящее время разработано и эксплуатируются несколько видов напорных механизмов. Каждый из этих механизмов имеет свои специфические конструктивно-кинематические особенности, несмотря на то, что их функциональное назначение одинаково.

Напорные механизмы, по принципу передачи давления на рукоять с закрепленным на ней ковшом, по способу передачи давления на грунт подразделяются на кремальерно-реечные, коленчато-рычажные и канатные, а по принципу нагружения рукояти на независимые, зависимые и комбинированные.

Зависимый напорный механизм выполняется канатно-реечным, канатным или цепным (рисунок 2).



а – канатно-реечный; б-канатный

Рис. 2. Схема зависимых напорных механизмов

Он осуществим только при двойном полиспасте подъема и двухбарабанной лебедке. Подъемный канат 1 (рисунок 2 а) с левого барабана подъемной лебедки 5 идет к правому головному блоку 2 стрелы на блок ковша, левый головной блок, огибает сверху напорный барабан 3, закрепленный на напорном валу, наматывается на левой его части и крепится на нем. Возвратный канат 4 идет с правого возвратного барабана лебедки 6, огибает сверху напорный барабан 3, наматывается на правой его части и также закрепляется на нем.

Таким образом, натяжение подъемного каната создает на напорном барабане крутящий момент, который, если тормоз возвратного барабана отпущен, образует на рукояти напорное усилие. Соотношение скоростей подъема и напора взаимосвязаны. Скорость напора выбирают исходя из максимального значения усилия напора соответствующего выдвижению рукояти с наполненным ковшом в крайнее верхнее положение.

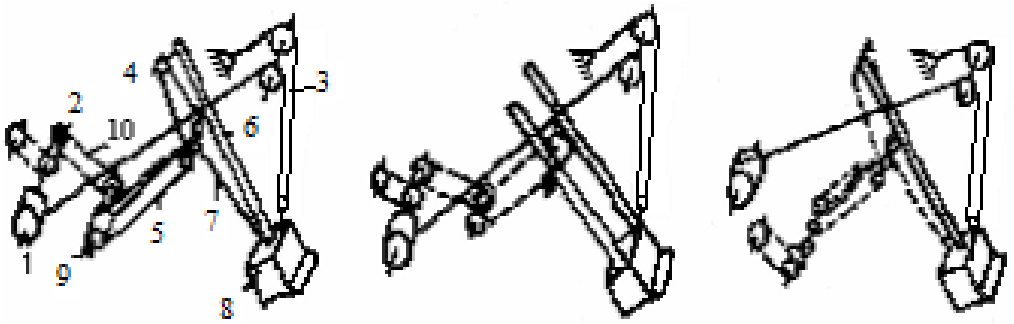
С учетом этого, усилие напора в иных положениях рукояти превышает величину, необходимую для копания с рациональными углами резания. Избыточное усилие напора погашается при торможении барабана возврата или упора передней стенки ковша в забой, что существенно увеличивает энергоемкость процесса.

Потери мощностью до 25%, продолжительность копания до 45÷50% от всего времени цикла по сравнению с независимыми и комбинированными напорными механизмами, уменьшение производительности до 15÷20%, сложность управления процессом копания, перегрузка механизмов экскаватора вследствие избыточного напорного усилия, динамические нагрузки и невозможность увеличения напорного усилия привели к тому, что зависимый напорный механизм применяется крайне редко, а на карьерных экскаваторах практически не встречается.

Независимый напор выполняется канатным, реечно-цепным и цепным (рисунок 3).

Усилие и скорость независимого напора не зависят от силы натяжения и скорости каната подъема ковша. Вместе с тем, при этой схеме напора, скорость выдвижения рукояти постоянна при любых положениях ковша, что вызывает необходимость попеременного включения и выключения напорного механизма. Необходимо также учесть, что при выдвижении рукояти напорное усилие должно преодолеть не только сопротивление внедрению зубьев ковша в грунт, но и направленную вдоль рукояти составляющую подъемного усилия.

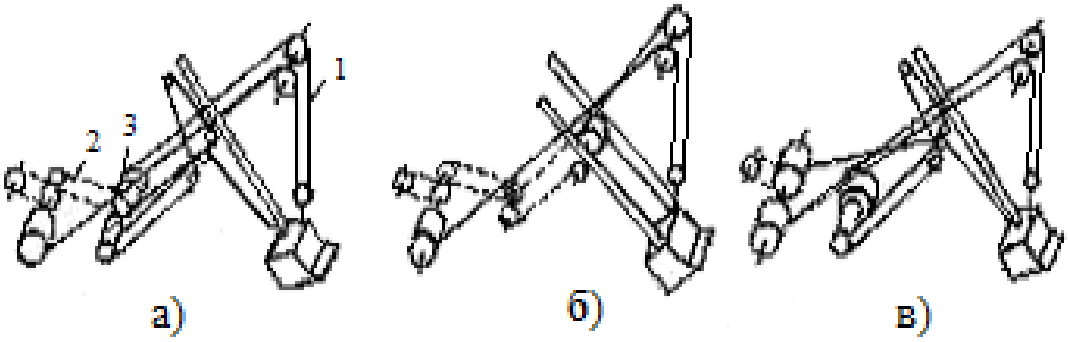
Вследствие легкости управления ковшом, передачи больших напорных усилий схему независимого напора применяют на строительных экскаваторах. Однако ввиду постоянной скорости напора, перегрузки двигателя и уменьшения усилия подъема при включении напора, выбора двигателя с запасом мощности на 30÷50% выше, схема независимого напора не нашла применения на экскаваторах средней мощности.



а - канатный; б - реечно-цепной; в - цепной

Рис. 3. Схемы независимых напорных механизмов

Комбинированный напор в основном выполняется канатным, реже – канатно-цепным (рисунок 4).



а - канатный при одновальной лебедке; б - канатно-цепной при одновальной лебедке;
в - канатный при двухвальной лебедке

Рис. 4. Схемы комбинированных напорных механизмов

При комбинированном напоре мощность напорному механизму (рисунок 4 а) передается как от подъемного каната 1, так и за счет передачи крутящего момента цепной передачей 2 от дополнительного барабана 3. Такая конструкция позволяет работать либо только зависимой частью напора, либо, при включении независимой ветви, зависимой и независимой частью вместе.

Комбинация зависимого и независимого напора позволяет подбирать соотношение скоростей и усилий напора и подъема так, чтобы усилий, создаваемых зависимой частью напора, было достаточно для копания грунтов средней прочности. При разработке слабых и тяжелых грунтов включают независимую часть напора. Благодаря этому, копание, выполняемое в основном по схеме зависимого напора,

происходит автоматически, а движение вхолостую происходит достаточно быстро с помощью независимого напора.

Комбинированная схема напора снижает пиковую нагрузку, лучше использует мощность привода, имеет гибкость управления и главное - регулирование скорости напора. Все это позволило применить его на строительных и строительно-карьерных экскаваторах. Зависимость величины усилия напора от натяжения каната, сложность конструкции привели к тому, что на мощных экскаваторах комбинированный напор не нашел практического применения.

Кремальерно-реечный напорный механизм (рисунок 5) обычно применяется при двубалочной рукояти и монтируется на стреле. Стрела механических лопат, как правило, установлена на гибкой подвеске и поэтому максимальное напорное усилие, которое может быть реализовано ковшом, равно реактивной силе, возникшей перед зубьями ковша на грунте при прослаблении подвески стрелы.

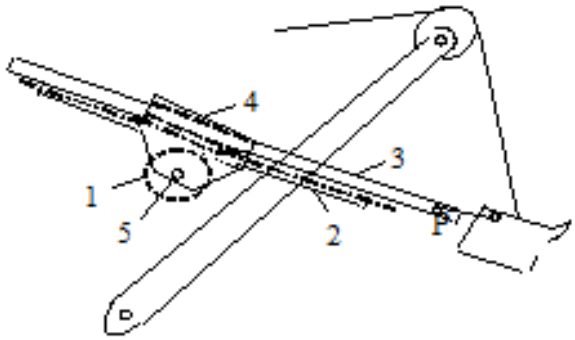


Рис. 5. Кремальерно-реечный напорный механизм

Ведущая кремальерная шестерня 1, зубья которой входят в зацепление с зубьями рейки 2, укрепленной на балке рукояти 3, приводится во вращение от индивидуального двигателя через систему зубчатых передач. При вращении кремальерных шестерен усилия, действующие на зуб рейки, перемещают рейку, а, следовательно, и рукоять с укрепленным на ней ковшом в заданном направлении в седловых подшипниках 4. Седловые подшипники связывают рукоять со стрелой через напорный вал 5, позволяя рукояти продольно перемещаться и изменять наклон по отношению к стреле.

Вследствие возможности создания высоких усилий напора, регулирования скорости напора в процессе копания, относительной простоты изготовления, удобства технического обслуживания и ремонта зубчато-реечные напорные механизмы нашли широкое применение на одноковшовых экскаваторах с ковшом вместимостью от 4 до 20 м^3. Все экскаваторы, изготавливаемые УЗТМ им. С. Орджоникидзе снабжены этим типом напорного механизма. Этим же типом напорного механизма оснащены основные модели экскаваторов фирм «Демаг», «Марион», «Менк», «Харнишвегер» [2].

Напорный механизм экскаваторов фирмы «Харнишвегер» (рисунок 6) конструктивно отличается от кремальерно-реечного типа применением редуктора с червячной передачей 3 на входном валу 2. В некоторых моделях экскаваторов этой фирмы двигатель напора установлен в нижней части стрелы и соединен с редуктором длинным валом. В этом механизме отсутствует предохранительная муфта.

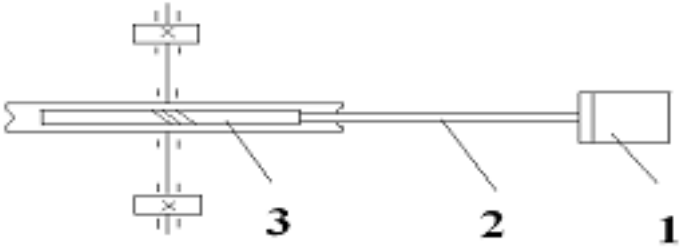


Рис. 6. Напорный механизм фирмы Харнишвегер

Однако в этой конструкции, несмотря на то, что снижены габариты и вес, имеются существенные недостатки. КПД червячной передачи меньше чем у цилиндрической. Надежность механизма в связи с отсутствием предохранительной муфты несколько ниже. Поэтому данная конструкция напорного механизма не нашла применения на экскаваторах, выпускаемых в странах СНГ.

Коленчато-рычажный напорный механизм (рисунок 7) обычно применяет*ся* при однобалочной рукояти и в основном монтируется над кузовом, опираясь на поворотную платформу. Рукоять ковша

совершенно не связана со стрелой.

На заднем конце рукояти 1 установлен универсальный шарнир, к которому присоединены балансир 2 и тяга 3. Второй конец балансира 2 шарнирно укреплен на поворотной платформе (вблизи пяты стрелы), а тяга 3 связана с механизмом напора (реечная пара, гидравлический или пневматический цилиндр и т.п.), который может создавать усилия, действующие вдоль этой тяги и передвигать ее вперед или назад (подобно рукояти в механизме реечного или канатного типа).

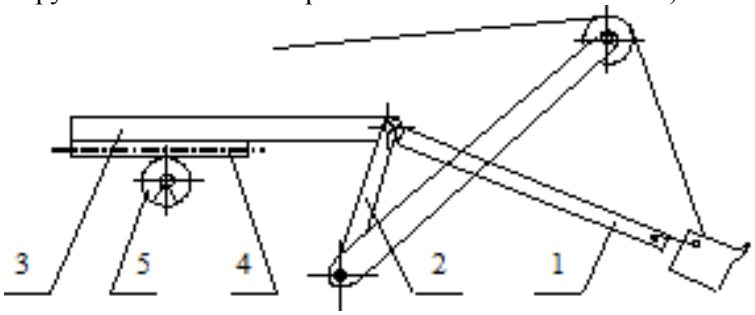


Рис. 7. Коленчато-рычажный напорный механизм

При передвижении тяги 3 меняется положение шарнира рукояти 1 и ковш, поддерживаемый подъемными канатами, также перемещается вперед или назад.

Сложная конструкция коленчато-рычажного механизма напора, его большая металлоемкость, сложность придания прямолинейного движения рукояти и управления ковшом, трудоемкость монтажа, технического обслуживания и ремонта привели к тому, что данный вид напора не нашел широкого применения на вскрышных экскаваторах и в настоящее время на современных механических лопатах практически не применяется.

Канатный напорный механизм (рисунок 8) обычно применяется при рукояти внутреннего типа.

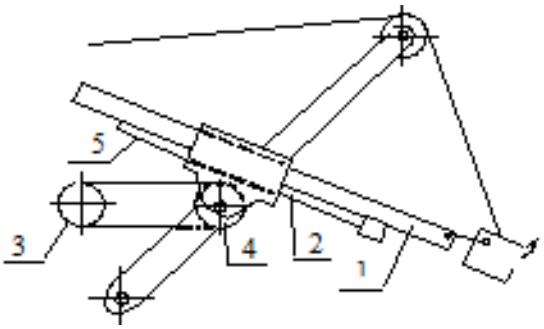


Рис. 8. Канатный напорный механизм

В этом механизме напорное усилие передается рукояти 1 через канаты 2 и 5. Каждый из этих канатов одним концом закреплен на балке рукояти, а затем через направляющие ролики 4 идет на барабан 3 напорной лебедки, где закреплен его второй конец. Канат 5 сообщает рукояти движение вперед, а канат 2 – движение назад. Когда один канат наматывается на барабан, то второй сматывается. Меняя направление вращения барабана 3, можно изменить направление движения рукояти с ковшом.

На экскаваторах ЭКГ-8И данный тип напорного механизма нашел применение в связи с тем, что рукоять разгружена от крутящего момента, верхняя часть стрелы не воспринимает напорного усилия. На вскрышных лопатах фирмы «Бюсайрус» с 1936 года применяется канатный напорный механизм, с 1946 года и на карьерных экскаваторах. Также этот тип напорного механизма используется на отдельных моделях экскаваторов фирмы «Демаг».

Однако следует отметить, что канатный напорный механизм не решает всех задач, предъявляемых к напорному механизму, Он не обеспечивает достаточного изменения скорости напора в зависимости от положения ковша в забое в соответствии со скоростью подъема. Существует проскальзывание канатов между ребордами блоков и рукоятью [3], перегрузки двигателя и уменьшение усилия подъема. Сложно создание значительного напорного усилия, отсутствует полное соответствие режимов работы подъемного, поворотного и напорного механизмов. Вследствие этого он не нашел широкого применения на карьерных экскаваторах.

Задачам, предъявляемых к напорному механизму одноковшовых экскаваторов, в полной мере отвечает кремальерно-реечный напор. Он обеспечивает достаточное усилие напора для разработки скальных пород, позволяет варьировать скоростью и усилием напора в соответствии с условиями эксплуатации, обеспечивает полное взаимодействие с подъемным и поворотным механизмами, имеет высокую чувствительность управления, меньшую металлоемкость по сравнению с коленчато-рычажным напором.

Кремальерно-реечный напорный механизм имеет полную силовую целостность с механизмами подъема и поворота, простоту изготовления, монтажа и ремонта. Таким образом, функциональное назначение кремальерно-реечного напорного механизма соответствует требованиям предъявляемых к ним и позволяет сделать заключение о целесообразности его использования на одноковшовых карьерных экскаваторах с ковшом вместимостью от 4 до 20 м^3.

Однако следует отметить, что особенности условий эксплуатации этих экскаваторов, режимы их работы несколько снижают надежность кремальерно-реечных напорных механизмов, не позволяет выработать заданный ресурс в виду значительного износа зубчатого зацепления «кремальерная шестерня - рейка».

ЛИТЕРАТУРА

[1] Янсон Р. А., Саськов Р.В. Экскаваторы одноковшовые полноповоротные. Учебное пособие.-М, 2016.–353 с.

[2] Козбагаров Р.А., Кырыкбаева Г.Б. Определение основных параметров одноковшовых экскаваторов статистическими методами. Вестник КазНИТУ, Алматы, 2016 г.№4 (116),- С.190-194.

[3] Козбагаров Р.А., Арыстай Г.М. Тенденции развития конструкций рабочих органов экскаваторов для разработки селевой грунтовой среды. «Наука и мир» Международный научный журнал, Волгоград, 2016 г. №2 (42), С. 23-25.

Козбагаров Р.А., Камзанов Н.С., Бекетов Т.С.

Жай-күйін талдау ғарыштық технологиялар әлемде

Түйіндеме. Жұмыста бір шөмішті экскаватордың қысымды механизмінің конструктивті-кинематикалық сұлбасы келтірілген. Онда кремальды-рейкалы қысымды механизмнің көтеру және бұру механизмдерімен, дайындау қарапайымдылығымен, жинау және жөндеумен біріңгай толық күштілігі барлығы келтірілген. Сондықтан кремальды-рейкалы қысымды механизмнің функциональды қажеттілігі оларға қойылған талаптарға сайлығы шөмішінің сыйымдылығы 4 ден 20 м^3 біршөмішті карерлі экскаваторды қолдануға тиімділігін мақсатты қорытындылайды.

Негізгі сөздер: Экскаватор, шөміш, қолша, қысымды механизм

Kozbagarov R.A., Kamzanov N. S., Beketov T.S.

Structural and kinematic schemes analysis of the racking gear of single-bucket excavators

Summary. The structural and kinematic schemes analysis of the racking gear of single-bucket excavators was carried out. It showed that the cremaillere-rack and pinion gear has a complete power integrity with lifting and rotating mechanisms, simplicity of manufacturing, installation and repair. Thus, the functional purpose of the cremaillere-rack and pinion mechanism corresponds to the requirements imposed on them and makes it possible to draw a conclusion on the expediency of using it on one-bucket excavators with a bucket capacity of 4 to 20 m^3.

Keywords: excavator, bucket, handle, racking gear.

УДК 622.323

D.A. Ismailova
(Satpayev University, Almaty, The Republic of Kazakhstan
djamilya577@gmail.com)

ANALYSIS OF METHODS OF RESERVOIR PRESSURE MAINTENANCE IN HETEROGENEOUS LAYERS

Abstract: In this paper, we consider a brief analysis of methods for maintaining reservoir pressure in the world's oil and gas fields, starting with the first registered method to the modern methods of maintaining reservoir pressure, taking into account the diversity of both reservoir properties and the physical and chemical properties of the reservoir fluids. The article also highlights the main advantages and disadvantages, afterwards some methods were replaced by anothers, as well as the difficulties of these methods.

Key words: reservoir pressure maintenance, heterogeneous reservoir, enhanced oil recovery, water cut.

Д.А. Исмаилова
(Satbayev university, Алматы, Республика Казахстан, djamilya577@gmail.com)

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ПОДДЕРЖАНИЯ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ В НЕОДНОРОДНЫХ ПЛАСТАХ

Аннотация: В статье рассматривается краткий анализ методов поддержания пластового давления на месторождениях нефти и газа в мире, начиная с первого зарегистрированного метода, и заканчивая современными методами поддержания пластового давления, учитывающими все многообразие как фильтрационно-емкостных свойств пласта, так и физико-химических свойств пластовых флюидов. Статья также освещает основные преимущества и недостатки, впоследствии которых одни методы были заменены другими, а также проблемы данных методов.

Ключевые слова: поддержание пластового давления, неоднородный пласт, методы увеличения нефтеотдачи, обводненность.

Необходимость в поддержании пластового давления (ППД) резервуара, для увеличения уровня извлечения нефти и более высокой скорости ее добычи, было выявлено операторами еще на ранних этапах истории нефтегазовой отрасли. Операторы понимали, что ППД может дать больший выход нефти, но в то время, новые месторождения открывались и разрабатывались с высоким темпом, так что использование первичных методов нефтеизвлечения было достаточным и превосходило спрос на продукцию. Но, тем не менее, спустя 10 лет после бурения Дрейком скважины, на некоторых месторождениях начал наблюдаться спад добычи нефти. Согласно William S.: «Ранний спад темпа добычи в 1869 году наблюдался вследствие не эффективных первичных методов добычи. Не прилагалось никаких усилий для сохранения энергии резервуара; нефть добывалась с максимальным расходом, и газ, добываемый вместе с нефтью, выпускался в воздух или сжигался на факелах»[1]. Это подтолкнуло операторов на применение искусственного метода поддержания давления в пластах. Roy P. Carmack в своей работе, указывает дату первого использования ППД: «Впервые ППД применили в 1869 году в Пенсильвании на месторождении Триумф Пул». Метод, который применили на этом месторождении, назывался - Вакуум-процесс. «Суть метода заключалась в снижении дифференциального давления между пластом и забоем скважины, что способствовало течению нефти в скважину»[1]. «Термин вакуум обычно использовался в нефтегазовой индустрии для обозначения давления, меньшего, чем атмосферное, но не подразумевающее абсолютный вакуум»[2]. С помощью вакуум-метода стало возможным извлекать больше нефти из резервуаров, считавшихся истощенными на тот момент. Но данный метод имел много недостатков, что повлияло на снижения количества использования его и замену вакуум-метода на закачку газа или воды. По William S. главными недостатками данного метода являлись «потеря количества нефти, которая может быть добыта вследствие уменьшения API плотности и объема нефти. Также вакуум должен использоваться постоянно. Применение вакуума на одной скважине принуждало использование вакуума и на соседних скважинах и, в конечном счете, на всем месторождении, так как скважина, работающая на вакууме, выкачивала больше нефти и соседние скважины переставали работать» [2]. Естественно вакуум-метод позволяет получить дополнительную добычу нефти, однако метод не дает полный охват пласта воздействием, так как имеет локальный характер воздействия только на зону дренирования. Для улучшения воздействия на весь пласт необходимо бурение большего количества скважин, работающих на вакууме, что экономически нецелесообразно.

Вследствие недостатков применения вакуум-метода, на замену ему пришел процесс, именуемый закачкой газа или воздуха. Закачка газа в пласт представляет собой закачку углеводородного или другого газа в газовую шапку, когда режимом разработки данного месторождения является режим газовой шапки или режим растворенного газа. «Первая, зарегистрированная попытка получения дополнительной добычи за счет закачки газа, была осуществлена в 1890-1891 годах Джеймсом Д. Динсмуром на Benton Farm, Vernango County, Пенсильвания» [3] «В 1903 году газ был закачен в песчаники месторождения Максбург (США) под давлением 310 кПа на протяжении 10 дней, вследствие чего объем добываемой нефти увеличился значительно»[1]. «Закачка воздуха началась в 1916 году на месторождении Плизант Канти (США)» [4]. Использование воздуха или газа в качестве вытесняющего агента для увеличения нефтеотдачи продолжало набирать обороты и к середине 1920 года использовалось почти на всех месторождениях Пенсильвании.

Еще одним из первых методов ППД является заводнение, которое по сей день применяется на большинстве месторождений мира и Казахстана. Заводнение представляет собой закачку воды в водоносный пласт при водонапорном режиме работы залежи. «Заводнение впервые применили случайно, вследствие того, что нефтяные скважины были не зацементированы и вода с верхних горизонтов

начала попадать в скважину»[1]. В 1919 году закачка воды была легализована в США (Пенсильвания). С того времени, обычное заводнение широко используется в нефтяной индустрии и рассматривается как простой и не дорогой метод. Craig (1980) резюмировал причины популярности использования заводнения: «доступность воды, легкость закачивания воды, возможность воды распространяться в продуктивном горизонте, результативность воды перемещать нефть в продуктивном пласте»[5]. Вместе с тем, самый главный недостаток заводнения - недостаточный охват пласта воздействием. В настоящее время, закачка газа, воздуха, воды являются весьма распространенными методами ППД, однако, в силу геологической неоднородности пластов по петрофизическим свойствам, не могут обеспечить полный охват пласта воздействием. Неоднородность пласта по петрофизическим свойствам представляет собой наличие разных по проницаемости каналов и разной пористости. Наличие высоко-проницаемых зон в неоднородном резервуаре обеспечивает появление путей для раннего прорыва воды по ним, обходя нефтенасыщенные зоны, что приводит к низкому коэффициенту охвата пласта воздействием и низким коэффициентам нефтеотдачи. Согласно Garland (1966): «Когда вода или другой флюид закачивается под определенным давлением в пласт, он будет искать путь наименьшего сопротивления к добывающей скважине»[6]. При наличии высоко-проницаемых зон, большая часть закаченного флюида последует по высокопроницаемому каналу. Большое количество углеводородов останется в зонах меньшей проницаемости. Тем самым, при заводнении большое количество месторождений обводняются, при колоссальных объемах не добытой нефти в слоях более низкой проницаемости.

Для большего охвата пласта при ППД в неоднородных пластах начали разрабатываться физико-химические методы, в особенности пены, полимеры и ASP заводнение.

Одним из первых физико-химических методов увеличения нефтеотдачи с целью большего охвата пласта и поддержания пластового давления является применение пен, которые предложил использовать Fried в 1962 году. С тех пор пены начали набирать всеобщее внимание в нефтегазовой индустрии. Заслуги пен в том, что имея отличные блокирующие качества, могут улучшать подвижность флюидов в пласте. Несмотря на то, что пены изначально были использованы в качестве агентов, блокирующих трещины, препятствующих образованию каналов газа, в настоящее время они используются во многих месторождениях, как агенты увеличивающие охват пласта и механизм вытеснения. «В соответствии с концепцией пен, пены обычно определяются как композиция, содержащая газовую фазу, диспергированной в окружающей среде, такой как вода»[7]. В этом определении, термин «окружающая среда» может быть как единичный состав, так и мульти-состав. Однако, пены с отличным блокирующим эффектом часто жесткие пены, называемые как «не текучие пены». При использовании пен для контроля подвижностей флюидов в пласте используются «текучие пены». Наилучший эффект достигается при комбинировании двух эффектов: блокирования каналов и контроля подвижностей. Но изготовление таких пен, которые будут отвечать обоим эффектам, является весьма сложной задачей. «Имеется предложенный R.D.Sydansk & L.L.Schramn метод, при котором в пены добавляется полимер для улучшения силы и стабильности пен»[8]. Стабильность пен очень важна в промысловом использовании, при этом имеется три независимых фактора нестабильности пен: дренаж пены, разрыв жидкостной пленки, меж-пузырьковая газовая диффузия. «Недавно были предложены микро-пены, пузыри микронных размеров, состоящие из газовой внутренней сердцевины, заключенный в ПАВ, между слоями ПАВ-вязкостная вода, которая увеличивает стабильность пен»[9]. Однако, успешность использования пен во многом зависит от стабильности пен и транспорта пен в пористой среде. Несмотря на многочисленные исследования, до сих не полностью понят механизм обхода пен в неоднородном резервуаре.

Первое зарегистрированное использование полимерного заводнения относится к 80-х годам XX столетия (США). Но из-за недостатка определенных исследований пласта результаты оказались отрицательными. Возобновление интереса к полимерному заводнению началось в 90-х годах прошлого века в Китае на месторождении Daqing. В 1989 году полимерное заводнение показало прирост в 11% по сравнению с обычным заводнением на данном месторождении. Данный вид заводнения успешно использовался как метод увеличения нефтеотдачи (МУН) несколько десятилетий во многих месторождениях, таких как Daqing, Shengli в Китае (Wang и др.)[10]. Полимеры улучшают контроль подвижностей, увеличивая вязкость воды и тем самым уменьшая проницаемость по воде. Согласно Needham (1987) «полимерное заводнение преимущественней обычного, вследствие трех причин: исходя из эффекта полимеров на фракционном потоке 2) уменьшение мобильности вода/нефть, 3) отведение закаченной воды из зон, уже охваченных воздействием»[11]. Из-за длинных цепей полимеров, встает вопрос о возможной закупорке некоторых малых в диаметре пор пласта молекулами полимеров, однако согласно Norfarisha Achim и др.: «Молекулы полимера размером в микроны или субмикроны должны не загрязнять пласт и не закупоривать поры»[12]. Однако закупорка пор имеет место, так как имеются размеры пор, меньше микронов. Также существуют полимер-гели, вязкостные гели, которые используются в качестве блокирующего агента в высоко-проницаемых каналах. Однако свойства гелей и

время загущения все еще нуждаются в тщательном контроле и изучении. Анализируя использование полимерного заводнения, можно сделать вывод, в необходимости больших исследований реологических свойств полимеров, а также локальной и глобальной неоднородности пласта. Удерживание полимера в пористой среде значительно влияет на транспорт полимера в неоднородном резервуаре. По B. Choi et al: «Удерживание полимера в пористой среде представляет собой адсорбцию, механическое улавливание и гидродинамическое удерживание»[13]. Механическое улавливание и гидродинамическое удержание взаимосвязаны и происходят при течении в пористой среде. «Удерживание и механическое улавливание происходит, когда большие молекулы полимера застревают в узких каналах пласта» (Willhite & Dominguez 1977)[14]. Cartmill & Dickey (1970) исследовали, что «огромное количество эмульсии сохраняется в пласте, соединенной между двумя различными по проницаемости зонами, с максимальным сохранением в низко-проницаемой зоне»[15]. «Когда эмульсия закачивается в пористую среду, капли сохраняются в порах и проницаемость наоборот уменьшается. Капли не только блокируют поры, меньшие по размеру, чем сами капли, но они еще захватывают стенки пор и расщелины» [16].

Также существуют ограничения применения полимеров. Так, например, применение полимеров возможно при температуре пласта меньше чем 90С (при большей температуре начинается деструкция ПАА), также при низкой минерализации пластовой воды (при высокой минерализации происходит разрушение структуры полимерного раствора). При этом нагнетание полимерного раствора в низко-проницаемые коллекторы (к <0,04 мкм^2) технически не осуществимо из-за высокого давления. Высокая проницаемость пород, связанная с наличием в них крупных каналов фильтрации и значительная вязкость нефти, ее активность на границах раздела фаз и гидрофилизация поверхности также ограничивают применение полимерных растворов. Прирост КИН возможен в несколько процентов. К недостаткам данного метода можно отнести: потери в породах из-за адсорбции, образования ловушек, реакций с солями, потеря приемистости, недостаточный контроль продвижения, значительный сдвиг скорости (вблизи скважины), старение, образование связей, закупоривание пластов, частое применение на слишком поздней стадии заводнения, что в значительной степени снижает эффективность.

«ASP заводнение впервые предложил в 1984 году Nelson» [17]. ASP это комбинированный процесс, в котором, щелочи, ПАВы и полимеры закачиваются в одной оторочке. Роль полимеров в ASP заводнении заключается в улучшении охвата пласта воздействием. «Добавление ПАВ в нагнетаемую воду снижает межфазное натяжение вода/нефть, изменяет смачиваемость, что было известно с 1927 года» [18]. Преимущества ПАВ в низкой стоимости, широком спектре свойств и наличия сырья в большом количестве. Самый большой недостаток заводнения малоконцентрированными растворами ПАВ, заключается в относительно большом межфазном натяжении между нефтью и раствором и высокой адсорбции химического реагента на породе. «Щелочь генерирует мыло в резервуаре путем реакции между щелочью и нафтеновой кислотой в сырой нефти» [19]. Первичной целью использования щелочи было уменьшение адсорбции ПАВ в процессе вытеснения. Однако не все нефти имеют достаточное количество кислоты для того, чтобы данный процесс работал. Для щелочного заводнения ограничивающими факторами является недостаточная активность нефти, содержание солей в воде и глин в породе, что приводит к увеличению расхода щелочи и снижению эффективности вытеснения нефти, по сравнению с обычной водой, вплоть до нуля. В пластах, содержащих гипс, возможно растворение его щелочью и последующее отложение в призабойных зонах, скважинах и оборудовании. Щелочное заводнение является дорогостоящим, потому что высокий pH химических реагентов используются при концентрациях больших, чем 5%. Также возможен риск образования накипи при щелочном заводнении.

Общий сдерживающий фактор применения физико-химических МУН – стоимость химического сырья. Незначительный положительный технологический эффект (например, при использовании полимерного заводнения) может быть перечёркнут отрицательным экономическим.

При всем разнообразии методов воздействия на неоднородные пласты имеются определенные ограничения такие как, высокая глинистость коллектора (содержание глин более 10% - снижает эффективность применения из-за большой адсорбции химических продуктов и обеднения закачиваемых растворов химреагентами), большое содержание в воде солей кальция и магния, вследствие образования осадков, адсорбции химреагентов и снижения вытесняющей способности растворов.

Кроме химических методов контроля охвата пласта воздействием, повсеместно используются и различные методы заканчивания. Так как изменение проницаемости резервуара увеличивается с глубиной, агент, закачиваемый из нагнетательной скважины будет иметь неровную подачу его в пласт, что приведет к раннему прорыву воды или газа, неполному охвату пласта. Данная проблема считается более серьезной для горизонтальных скважин в неоднородных резервуарах. «Современное заканчивание скважин (подземные устройства контроля подачи агента-клапаны, перфорации различными плотностями) используются для решения данных проблем, но полного решения и оптимального охвата воздействием в данное время нет» [20].

Лучшее понимание неоднородности пласта по проницаемости и совершенствование методов, направленных на больший охват пласта воздействием позволит увеличить коэффициент нефтеизвлечения, а также решить проблему избыточной добычи воды, прорвавшейся по высокопроницаемым каналам.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Roy P.Carmack, B.S.Lubbock . The history of secondary revovery of oil in the United State/ /May 1953, Texas.

[2]. William S.Lytle. History, Present Status and Future Possibilities of Secondary Recovery Operations in Pennsylvania//Topographic and geologic survey bulletin M41, 1960.

[3]. P.D.Torrey. Secondary recovery Symposium//Wichita Falls, Texas, 1954.

[4]. C.R.Fettke. Ten tears application of compressed air at Hamilton Corners//paper given at AIME meeting in New York, 1928.

[5]. Craig Jr., F.F. The Reservoir Engineering Aspects of Waterflooding// SPE of AIME, Richardson, Texas, third printing, November, 1980.

[6]. Garland, T. M. Selective Plugging of Water Injection Wells// J.P.T., December, 1966.

[7]. Yunxiang Zhang, Xiangan Yue, Jianxia Dong, Liu Yu. New and Effective Foam Flooding To Recover Oil in Heterogeneous Reservoir//DOE Improved Oil Recovery Symposium held in Tulsa, Oklahoma, 3-5 April 2000.

[8]. H. J. Bertin, O. G. Apaydin, L. M. Castanier, and A. R. Kovscek. Foam Flow in Heterogeneous Porous Media: Effect of Crossflow//DOE Improved Oil Recovery Symposium held in Tulsa, Oklahoma, 19–22 April 1998.

[9]. Shenglong Shi, Yefei Wang Zhongpeng Li, Mingchen Ding, Wuhua ChenChina. Experimental Study on Stability and Improving Sweep Efficiency with Microfoam in Heterogeneous Porous Media// China Journal of Dispersion Science and Technology, 2015.

[10]. Wang D. Polymer Flooding Practice in Daqing, Enhanced Oil Recovery Field Studies// Book Chapter 4, 2013.

[11]. Needham, R. B. and Doe, P. H. Polymer Flooding Review// SPE 17140, SPE Distinguished Author Series, December 1987.

[12]. Norfarisha Achim, Nur Hashimah Alias Nurul Aimi Ghazali, Miradatul Najwa Muhd Rodhi, Tengku Amran Tengky Mohd, Effah Yahya. Polymer gelled technology to improve sweep efficiency in EOR: a literature review//Trans Tech Publications, Switzerland, 2015.

[13]. B. Choi, K. Yu and K.S. Lee. Permeability-Dependent Retention of Polymer in Heterogeneous Reservoirs// Hanyang University, 2014.

[14]. Dominguez, J. P. and Willhite, G. P. Retention and Flow Characteristics of Polymer Solutions in Porous Media//SPE J. **17**(2): 111– 121. SPE 5835, 1977.

[15]. Cartmill, J.C. and Dickey, P.A. 1970/Flow of a Disperse Emulsion of Crude Oil in Water through Paper SPE 2481/Fall Meeting on SPE of AIME,.Tulas, OK, USA, 28 September–1 October.

[16]. Soo, H., and Radke, C. J. 1984/The Flow Mechanism of Dilute, Stable Emulsions in Porous Media/Ind. Eng. Chem. Fundmentals. 23(3): 342–347.

[17]. Mechanistic Modeling, Design and Optimization of Alcaline-Surfuctant-Polymer flooding/Hourshad Mohammadi/2008 Texas,USA.

[18]. Uren, L.C. and Fahmy, E.H. Factors Influencing the Recovery of Petroleum from Unconsolidated Sands by Waterflooding//SPE-927318- G/Petroleum Transactions, AIME, **77:** 318–335. 1927.

[19]. Mark Shotton, Karl Stephen, Marie Ann Giddins. High-Resolution Studies of Polymer Flooding in Heterogeneous Layered Reservoirs// SPE EOR Conference at Oil and Gas West Asia held in Muscat, Oman, 21–23 March 2016.

[20]. Wei Luo, Hai-tao Li, Yong-qing Wang, Jun-chao Wang, Shi-yan Zhu. New Completion Methodology to Improve Oil Recovery for Horizontal Wells Completed in Highly Heterogeneous Reservoirs// Fahd University of Petroleum and Minerals, 2014.

Исмаилова Д.А.

Бір келкі емес қабаттарда қабат қысымын ұстау әдістерін талдау

Түйіндеме: Мақалада дүниедегі мұнайгаз кен орындарындағы қабат қысымын ұстау әдістерінің ең алғашқы тіркелген әдісінен бастап, заманауий қабат сұйықтарының физикалық-химиялық қасиеттерін және қабаттың өткізгіштілік-сығымдылық қасиеттерінің барлық түрлерін ескеретін қабат қысымын ұстау әдістеріне талдау келтірілген. Сонымен қатар мақалады бұл әдістердің негізгі артықшылықтары мен кемшіліктері, соның әсерінен бір әдістің екіншісіне ауыстырылуы, және бұл әдістердің мәселелері анықталған.

Негізгі сөздер: қабат қысымын ұстау, бір келкі емес қабат, мұнай бергіштілікті арттыру әдістері, сулану.

Ismailova D.A.

Analysis of methods of reservoir pressure maintenance in heterogeneous layers

Abstract: In this paper, we consider a brief analysis of methods for maintaining reservoir pressure in the world's oil and gas fields, starting with the first registered method to the modern methods of maintaining reservoir pressure, taking into account the diversity of both reservoir properties and the physical and chemical properties of the reservoir fluids. The article also highlights the main advantages and disadvantages, afterwards some methods were replaced by anothers, as well as the difficulties of these methods.

Key words: reservoir pressure maintenance, heterogeneous reservoir, enhanced oil recovery, water cut.

ӘОЖ 622.027

A.S. Yskak
(Satpayev University, Almaty, Kazakhstan.
e-mail: ardak_y78@mail.ru)

EVALUATION OF SODIUM SILICATE APPLICATION IN WATER SHUT-OFF TECHNOLOGY

Abstract. This article proposes the technology of installing a waterproofing screen in producing wells with high water cut. This method is performed by injecting gel-forming components through special perforated holes along the bottomhole formation zone at the water-oil contact level. Gel-forming components on the basis of sodium silicate and its cross-linking agents were evaluated according to experiments carried out in the laboratories.

Key words: waterproofing, sodium silicate, gel-forming components, solutions.

А.С. Ысқақ
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы,
e-mail ardak_y78@mail.ru)

СУДЫ ОҚШАУЛАУДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН НАТРИЙ СИЛИКАТ ГЕЛЬДЕРІН БАҒАЛАУ

Андатпа. Бұл мақалада сулануы жоғары пайызда болған өндіру ұңғыларында табан суларынан бөлетін оқшаулау экранын орнату ұсынылады. Бұл әдіс су-мұнай шектесуі аймағында арнайы перфорация жасау және осы интервал арқылы гель түзетін компоненттерді арқылы табан суынан бөліп тұрушы созылған су оқшаулау экранын құрумен орындалады. Натрий силикаты және оны тігіндеуш компоненті негізінде гель түзуші жүйе зертханада арнайы эксперименттер арқылы зерттеулер жүргізіліп бағаланған. Гельдің түзілу жылдамдығы температурадан, натрий силикаттың және тұздың концентрациясынан тәуелді.

Түйін сөздер: суды оқшаулау, натрий силикаты, гель түзуші компоненттер, тігінді, ерітінділер.

Суды аса көп мөлшерде өндіру мұнайдың өндіруін азайуынан және өндірілген судың көп мөлшерін көтеріп шығару, бөлу және оны жоюға кететін шығындарды көбейтіп, үлкен экономикалық шығындарға әкелетіні мәлім. Өндірумен байланысты басқа да проблемалар ол – коррозия жылдамдығының өсуі және эмульсия мен қақтардың пайда болуының жоғары тенденциясы[1]. Мұнай қабаттарынан суды артық өндіру ұңғылардың жұмыс мерзімін қысқартады. Осылармен қатар, өндірілген суды утилизациялауға кететін шығын жылына оншақты миллиард долларды құрады [3].

Суды оқшаулаудың бірнеше механикалық және химиялық әдістері бар. Суды шектеу үшін механикалық әдісте көлденең және көпоқпанды ұңғылар бұрғылау немесе аралық шегендеу құбырын орнату болып саналады. Сонымен қатар механикалық құралдар ретінде соңғы жылдары еңгізіліп жатқан гидроциклондар, яғни суды жою құрылғылар қолданылады [4]. Жалпы механикалық әдістер жерасты жөндеу жұмыстарын қажет етеді, сондықтан олар қымбат болады. Химиялық құралдар бұрғылау қондырғыларынсыз жүргізіледі, сол себепті олар өндіруші опреаторларға ыңғайлы және салыстырмалы түрде арзан келеді. Цементті көпіршелерді орнатудан гөрі, химикаттар, оның ішінде гелтүзетін полимерлер қабаттың бойына терең орналастырылады. Олар тұнба немесе гель түзіп, физикалық барьер ретінде ұзақ уақыт ішінде судың ағынына шектеу жасайды. Осы уақыттың ұзақтылығы қабаттың, гельдің сипаттамасынан және қабатта судың қозғалысынан тәуелді.

Мұнай және газ кен орындарында суды оқшаулауда химиялық әдістерді пайдалану бұрында бірнеше авторлар қарастырған [5, 6]. Әртүрлі кәсіпшілік аймақтарда силикаттарды қолдану өте үлкен түрде және жақсы құжатталған.

Мұнай өндіру коэффициентін арттыру мақсатында резервуарларға силикатты ерітінділерді бітеу агенттері ретінде айдау ең алғашқы рет 1922 жылы ұсынылған [7]. Ең көне болып табылатыны қышқылды гель жүйелері және оның ішінде силикаттар қолданыста болған. Әртүрлі химиялық құрылғылар, оның ішінде натрий силикат гелдері айдау және өндіру ұңғыларын өңдеу үшін осыдан 60 жылдан астам блоктаушы және оқшаулаушы агенттер ретінде қолданылып келеді [8]. Бұл гельдер анығырақ түзілуші гель түрінде баяндалған, себебі олар олар өте нәзік, серпімділіксіз болды. 1960 жылдар басында натрий силикаты мен глиоксаль екеуін біріктіріп тегіз жабындарда әртүрлі цементтәрізді қатты заттарды алу үшін қолданды. Төмен концентрацияда қатты гель алынды, бірақ оның когезиондығы төмен және ол цемент сияқты қатты болмады. 1964 жылы Гандон Л тағы бір қадам жасап, көпір және плотина құрылыстарында пайдаланатын қатты шоғырланған негіздеме құру үшін натрий силикатын басқа да органикалық қосылыстармен реакцияға түсетініне ұсыныс жасады.

Соңғы 50 жылдар ішінде көптеген өнертапқыштар [9,10] мұнай резервуарларында жоғары өткізгіштікті каналдары бар аймақтарды бітеу мақсатында әртүрлі силикатты жүйелерді патенттеді. Krumrine, P.H. және Boyce, S.D. [16] жұмысында мұнай кен орнындарында және цементацияда қолданыста болатын натрий силикат химиясына байланысты көптеген мақалалар мен патенттер жинақталған.

Мұнай кәсіпшілігінде натрий силикатын бітеуші агент ретінде қолдануы жайлы толық әдебиеттерді әдеби шолу және профильді модификациялау үшін силикатты гельдің потенциалды қолданысы туралы толық шолу бірнеше авторлармен берілген [9,10] .

Негізінен натрий силикаты қазіргі кезде өткізгіштікті өңдеу үшін басқа кез-келген химиялық заттарға қарағанда өте қауіпсіз екендігі дәлелденген. [11].

Натрий силикаты сілтілі ерітіндіде полимолекулалы кремнийлі полимерлердің күрделі жүйесі болып есептеледі. Белгіленген буферлік сілтіліктің минималды мөлшерін талап етумен қатар, натрий силикаттарында белгілі бір химиялық комбинация сандары жоқ. Натрий силикатын pH –ты 10-ға дейін қышқылдатқанда натрий силикаты кремнийлі қышқылға айнала бастайды. pH сілтілі осы мәндерінде кремний қышқылы әлсіз қышқыл болады. Кремний қышқылы гидратталып, кремний SiO_2 тұндыру мен алудың орнына еритін суды алу үшін үш өлшемді желі құрады. Бұл жүйе гель болып табылады, себебі екі фазалар үздіксіз. Яғни, гель түзу уақытын анықтау өте күрделі, әсіресе үлкен масштабты крнцентрацияланған қышқылдармен араластыру кезінде.

Көптеген химиялық заттар натрий силикаттың инициаторы ретінде пайдаланылуы мүмкін. Инициатор натрий силикаты ерітіндісін гельге айналдыру ретінде анықталған химиялық зат. Мұнда гель тек ғана тұнба емес екендігін ескеру қажет. Металды иондар, мысалы кальций, суда ерімейтін метал силикатын бірден тұнуына әкеледі. Көптеген инициаторлар қышқылды суда еритін химиялық заттар болып келеді және олар силикатты ерітіндінің pH 11-ге дейін нүктеге төмендетеді. Белсенді қышқылдардың аммониялық тұздары, көбінесе аммония сульфаты өте тиімді гельтүзушілер болып саналады. Тез реакцияға түсірмеудің тәсілдері ол натрий силикаты мен инициатор араларына тұщы суды кезекпен айдау болып табылады. Осылай кезекпен айдау тәсілі қабатта гельдің түзілеуіне жол береді.

Бейорганикалық силикатты гельдер. Олар коллоидтты силикагельдер және натрий силикаты гельдері болып топтастырылады. Коллоидтты силикагельдер және натрий силикаты гельдердің қасиеттері келесі кестеде салыстырылған.

1-кесте. **Коллоидтты силикагельдер және натрий силикаты гельдердің қасиеттерін салыстыру.**

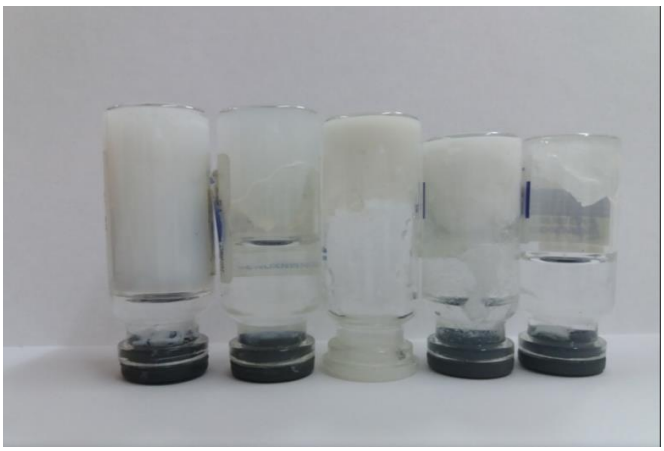
Параметр	***Коллоидтты силикагель***	***Натрий силикаты гель***
SiO_2 дың Na_2O қатынасы	>50 ден 1ге	<4 тен 1ге
pH 9 да гельдену уақыты	1000 тәулік	1000 минут
Қажетті SiO_2 концентрациясы	6 дан 15-ге дейін салм%	5 тен 10-5а дейін салм%
Силикаттың мөлшері	Бөлшектер 4тен 200 нм	Ерітіндідегі силикат
Кемшіліктері	Төмен өткізгішті аймақтардың қабылдағыштығын төмендетеді, кремний диоксидінің жоғары концентрациясын қажет етеді, өте қымбат	Әлсіз гель

Химиялық жүйені таңдау қабаттың литологиясынан, температурасынан, тұздылықтан, pH қосылыстардың және тұздар қоспаларының pH көрсеткішінен, сонымен қатар H_2S болуынан тәуелді. Өңдеудің тиімді болуын анықтайтын негізгі фактор қабат суларындағы әртүрлі иондар мен химиялық өңдеудегі компоненттер арасындағы химиялық әрекеттесу. Қабаттың температурасы осылармен қатар гель түзу уақыты мен гельдің тұрақтылығын анықтайды. Гельдің ығысуы тік және көлденең өткізгіштіктер қатынасына тәуелді. Гельдің дұрыс орналаспауы мұнай аймақтарын бітеп қалуы әбден мүмкін. Осы мәселелерді бірнеше авторлар қарастырған [14] .

Stavland және т.б. [13] силикатты жүйенің қабатқа терең өтуді зертханалық бағалады және Hatzignatiou және т.б. [9] комерциялық симуляторды қолдану арқылы зертханалық зерттеулер нәтижелерін модельдеп жақсы нәтижелер алған. Өз жұмысында Bjorn және т.б. [12] 50 ден 150°C температура аралығында силикатты гельдің реологиялық зерттеулерін жүргізген. Осы жүйені Pham және Hatzignatiou [15] авторлары 40°C тан 90°C дейін температура аралығында зерттеп гель түзу уақыты ұзақ екенін дәлелдеген.

Эксперименталды зерттеулер. Гель түзу жүйесінің негізінде ЖШБ “Елмаз” өндірген натрий силикаты (Na_2 SiO_3) және инициатор ретінде бірнеше заттар (тұз қышқылы, қабат суы, $NaHCO_3$ натрий биокарбонаты) алынып гельдің түзілуі анықталды (сурет 1).

Кремний диоксидінің (SiO_2) натрий оксидіне салмақты қатынасы (Na_2O) 2,3 ÷3,6 құрайды.



1-сурет. Na_2SiO_3 натрий силикаты және тұз қышқылы негізіндегі гель түзілу үлгілері.

Қабат суы ретінде тығыздығы 1.05 г/см^3, pH=6.68 және компоненттері Na^+ және K^+ =22.5 г/л; Ca^+=3.8 г/л, Mg^{2+}=0.8 г/л, CL^-=43.9 г/л ионды Құмкөл кен орынның 2-нысаннан қабат суы алынды.

2-кесте. **Әртүрлі концентрациядағы Na_2SiO_3 және тұз қышқылы негізіндегі гель түзу тәжірибелік нәтижелері**

Тәжірибе №	Су (см^3)	Натрий силикаты Na_2SiO_3 (см^3)	Тұз қышқылы HCL (см^3)	30-35 ^{0}C температурада гель түзу уақыты
1	35 (95.51%)	4 (3.58%)	1 (0.91%)	40 мин
2	35 (95.51%)	4 (3.58%)	0.9 0.91%)	2 сағ
3	35 (95.51%)	4 (3.58%)	0.8 0.91%)	5 сағ
4	35 (95.51%)	4 (3.58%)	0.7 (0.91%)	8 сағ

Тәжірибе нәтижесі бойынша № 1 қоспадан түзілген гель көлемінде суы аз және гель түзу уақыты тиімді 40 минут уақытында болды (сурет 2).Осы тәжірибелер туралы мәліметтер кесте 3 беріген.

2-сурет. Na_2SiO_3 натрий силикат және қабат суы, натрий биокарбонаты негізіндегі гель түзілуі.

Тәжирибе нәтижелері бойынша № 4 қоспадан түзілген гель басқа үлгілерге қарағанда су мөлшері аз және салыстырмалы түрде берік болып келді.

3-кесте. **Әртүрлі концентрациядағы натрий силикаты және бірнеше инициаторлар негізіндегі гель түзу эксперименттерінің нәтижелері**

Тәжірибе №	Химиялық заттар (агенттер) *ml*		
1	Қабат суы - 50	$NaHCO_3$ - 40	Na_2SiO_3 - 10
2	Қабат суы - 50	$NaHCO_3$ - 30	Na_2SiO_3 - 20
3	Қабат суы - 50	$NaHCO_3$ - 20	Na_2SiO_3 - 30
4	Қабат суы - 50	$NaHCO_3$ - 25	Na_2SiO_3 - 25
5	Қабат суы - 50	$NaHCO_3$ - 15	Na_2SiO_3 - 35
6	Қабат суы - 4	HCL - 0.5	Na_2SiO_3 - 2
7	Қабат суы - 6	HCL - 0.3	Na_2SiO_3 - 1
8	Тұщы су -6	HCL - 0.5	Na_2SiO_3 - 4
9	Тұщы су -10	HCL - 0.3	Na_2SiO_3 - 1.3
10	$NaHCO_3$ - 3	HCL - 0.3	Na_2SiO_3 - 2
11	$NaHCO_3$ - 4	Ацетон - 0.5	Na_2SiO_3 - 2
12	Жоғары минер.су ($NaCl+H_2O$) - 4	HCL - 0.5	Na_2SiO_3 - 2

Қорытынды. Бірнеше әдебиеттік жұмыстарғы толық шолу жасау нәтижелерінде әлемдегі кен орындардағы басты мәселелердің бірі ұңғылардың аса сулану проблемаларын шешу жолдарын қарастыра отырып, натрий силикатын бітеу агенті ретінде қолдану өте тиімді теп табамыз. Бұған бірнеше себептер дәлел болып келеді. Натрий силикаты Қазақстанда көп мөлшерде өндірілген дайын өнім, қол жетімді, арзан, экологиялық жағынан таза, өртке қауіпсіз.

Осыларды ескере отырып, бірнеше тәжірибелер нәтижесіне қарай әртүрлі компоненттердің концентрацияларын таңдау арқылы тиімді таңдау жасап, кен орындарда өнімді ұңғыларда суды оқшаулау технологияларын жүзеге асыруды қарастырудамыз.

Бұл бағыттағы ғылыми жұмыс 2018-2022жж. мемлекеттік қаржыландыру жобасы бойынша орындалып келеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Fragacha'n F.E., Cazares-Robles F., et al., 1996.Controling water production in naturally fractured reservoirs with inorganic gel. SPE 35325 International Petroleum Conference, Mexico, march 5-7.

[2] Lockhart T.P New chemistry for the placement of chromium polimer gels in high temperature reservoirs. SPE 9(4), 273-279, 1994

[3] Seright et al., Effect of rheology on gel placement. SPE. Eng. 6(2) 2001

[4] Shaw C. Downhole separation as a strategic water and environmental management tool. SPE Stavanger, Norway, 26-28 June 2000.

[5] Sydansk R. D. 1990. A Newly Developed Chromium(lll) Gel Technology. SPE Res Eng 5 (3): 346–352. SPE-19308-PA. http://dx.doi.org/ 10.2118/19308-PA.

[6] Sydansk, R. and Argabright, P. 1987. Conformance Improvement in a Subterranean Hydrocarbon-Bearing Formation using a Polymer Gel. US Patent No. 4,683,949. Findlay, Ohio. Int. CL.: E21b 33/138.

[7] Mills, R.V.A.: "Process of Excluding Water From Oil and Gas Wells," US Patent 1,421,706 (July 4, 1922).

[8] Andresen K.Y., 1946, Method for oil recovery. US .Patent 2, 402,588

[9]Hatzignatiou, D.G., Helleren, J., and Stavland, A. 2014. Numerical Evaluation of Dynamic Core-Scale Experiments of Silicate Gels for Fluid Diversion and Flow-Zone Isolation. SPE-170240-PA, SPE Production and Operations, Vol. 29 (2), 122–138, May. doi: 10.2118/170240-PA.

[10] Lakatos, I., Lakatos-Szabó, J., Tiszai, Gy. et al. 1999. Application of Sili- cate-Based Well Treatment Techniques at the Hungarian Oil Fields. Presented at the 1999 SPE Annual Technical Conference and Exhibi- tion, Houston, 3-6 October. SPE-56739-MS. http://dx.doi.org/10.2118/ 56739-MS.

[11] Skrettingland, K., Dale, E. I., Stenerud, V. R., Lambertsen, A. M., Nordaas Kulkarni, K., Fevang, O., Stavland, A., 2014. Snorre In-depth Water Diversion Using Sodium Silicate - Large Scale Interwell Field Pilot. Paper SPE-169727-MS, SPE EOR Conference at Oil and Gas West Asia, 31 March-2 April, Muscat, Oman.

[12] Bjørn, B., Rygg, A., Jodal, C. and Klungland, I. 2011. Development and Evaluation of a New Environmentally Acceptable Conformance Sealant. Paper SPE 142417-MS presented at the SPE European Formation Damage Conference, Noordwijk, The Netherlands, 7-10 June. doi: 10.2118/142417-MS.

[13] Stavland, A., Jonsbråten, H., Vikane, O., Skrettingland, K., and Fischer, H. 2011a. In-Depth Water Diversion Using Sodium Silicate – Factors Controlling In-Depth Placement. Paper SPE 143836-MS presented at the SPE European Formation Damage Conference, Noordwijk, The Netherlands, 7-10 June. doi: 10.2118/143836-MS.

[14] Skrettingland, K., Dale, E.I., Stenerud, V.R. et al. 2014. Snorre In-depth Water Diversion Using Sodium Silicate - Large Scale Interwell Field Pilot. Presented at the SPE EOR Conference at Oil and Gas West Asia, Muscat, Oman, 31 March–2 April. SPE-169727-MS. http://dx.doi.org/ 10.2118/169727-MS.

[15]Pham, L.T. and Hatzignatiou, D.G. 2016. Rheological Evaluation of a Sodium Silicate Gel for Water Management in Mature, Naturally Fractured Oilfields. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 138, 218–233, February. doi: 10.1016/j.petrol.2015.11.039.

[16] Krumrine, P.H. and Boyce, S.D.: "Profile Modification and Water Control With Silica Gel-Based Systems," SPE 13578, SPE International Symposium on Oilfield and Geothermal Chemistry, Phoenix, AZ (April 9 – 11, 1985).

Ыскак А.С.

Оценка применения силиката натрия при водоизоляции

Резюме. В данной статье предлагается технология установки водоизолирующего экрана в добывающих скважинах с высокой обводненностью. Данный способ выполняется закачкой гелеобразующих компонентов через специальные перфорированные отверстия вдоль призабойной зоны пласта на уровне водонефтяного контакта. Дана оценка гелеобразующим компонентам на основе силиката натрия и его сшивающих агентов по проведенным опытам в лабораторий.

Ключевые слова: водоизоляция, силикат натрия, сшиватель, гелеобразующие компоненты, растворы.

Yskak A.S.

Evaluation of sodium silicate application in water shut-off technology.

Summary. This article proposes the technology of installing a waterproofing screen in producing wells with high water cut. This method is performed by injecting gel-forming components through special perforated holes along the bottomhole formation zone at the water-oil contact level. Gel-forming components on the basis of sodium silicate and its cross-linking agents were evaluated according to experiments carried out in the laboratories.

Key words: waterproofing, sodium silicate, gel-forming components, solutions.

УДК 621.548: 621.865

K.S. Sholanov, A.B. Kabanbayev, K.A. Abzhaparov
([1] Karaganda State Technical University, Karaganda
[2]Kazakh National Research Technical University n.a. K.I. Satpayev,
Almaty, Republic of Kazakhstan, koli-87 @ mail.ru

SELECTING AND PARAMETERS CALCULATING OF THE WIND POWER PLANT WITH AN AUTOMATICALLY CONTROLLED SAILING OPERATING DEVICE

Abstract. The article reviews a wind power plant (WPP), which significantly differs from the other existing as it has an automatically controlled sail of a toroidal shape and a manipulator converter of the wind kinetic energy to the mechanical energy of forward motion. Having analyzed aerodynamic variables, timing working chart, and having built a dynamic model, the authors determined geometric, kinematic and dynamic properties, which are necessary for the future design engineering, automatic control and research of the wind power plants. The study gives a description of the acting laboratory-scale model of the sail wind power installation.

Key words: wind power plant, operating device, controlled sail, manipulator converter.

К.С. Шоланов[1], А.Б. Кабанбаев[1], К.А. Абжапаров[2]
([1]Карагандинскийтехнический государственный университет, Караганда
[2]Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан,koli-87@mail.ru)

ВЫБОР И РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ С АВТОМАТИЧЕСКИ УПРАВЛЯЕМЫМ ПАРУСНЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ

Аннотация. В статье рассматривается ветроэнергетическая установка (ВЭУ), существенно отличающая от существующих тем, что имеет автоматически управляемый парус тороидальной формы и манипуляторный преобразователь кинетической энергии ветра в механическую энергию поступательных движений. В результате

анализа аэродинамических переменных, циклограммы функционирования и построения динамической модели получены геометрические, кинематические и динамические характеристики необходимые для проектирования, управления и исследования ВЭУ. Дано описание действующей лабораторной модели парусной ВЭУ.

Ключевые слова: ветроэнергетическая установка, рабочий орган, управляемый парус, манипуляторный преобразователь.

Введение

Обзор существующих технологий [1-3] преобразования энергии ветра в электрическую энергию показывает, что основной проблемой является непредсказуемость ветра, скорости и порывов ветра, часто изменяющиеся в короткие отрезки времени.

В настоящее время наибольшее распространение получили турбинные ветроэнергетические установки (ВЭУ), рабочим органом которых являются лопасти ротора турбины, движущиеся под действием подъёмных сил ветра. Известно, что турбинные ВЭУ имеют малый диапазон скоростей ветра для эффективного функционирования, неблагоприятное воздействие динамики подвижных тел, располагаемых на высоте более 10 м. на громоздкой башне и прочие известные недостатки.

Тунисский стартапSaphonEnergy создал парусную безлопастная ветроустановку Saphonian [4], в котором под действием напора ветра парус колеблется и приводит в движение поршни. Однако и в этой парусной ВЭУ массивная конструкция, включая подвижные компоненты, располагается на высокой мачте, что вызывают разрушительные колебания системы.

1. Описание устройства и принципа функционирования ВЭУ

В рассматриваемой ВЭУ в качестве рабочего тела используется парус, представляющий полое тело тороидальной формы с аэродинамическим профилем сечения, заполненное воздухом. В зависимости от скорости ветра обьем паруса изменяется путем нагнетания или стравливания воздуха. Наличие такого паруса позволяет ВЭУ начать функционировать при скорости ветра 1,5-2 м/с. Под действием лобового сопротивления и подьемной силы парус совершает пространственные колебательные движения, зависящие от направления и скорости ветра.

На рис.1 представлена схема ВЭУ, используемая в дальнейшем в качестве расчетной схемы. Здесь парус 13, располагаемый обычно на высоте более 10 м., связан с помощью трех распорных стержней 12 с верхней платформой манипуляторного преобразователя (МП), так, что вся конструкция образует рабочий орган ВЭУ. МП имеет строение шестиподвижного манипулятора, созданного ранее платформенного робота SHOLKOR[5]. Верхняя подвижная платформа 2 МП соединена с нижней неподвижной платформой 1 посредством шести телескопических соединений (шток-цилиндр) 3-8. Каждое телескопическое соединение представляет соединение поршня 9 и цилиндра 10. С каждым штоком соединен подвижный элемент 11 датчика перемещения.

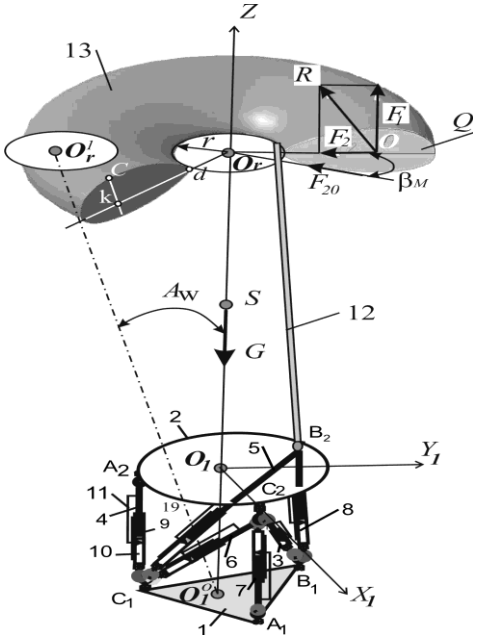


Рис.1. Схема парусного ВЭУ

Таким образом, в ВЭУ парус захватывает кинетическую энергию воздушной массы, а МП преобразует эту энергию в механическую энергию поступательных движений шести штоков относительно цилиндров. В работе принято, что механическая энергия поступательных движений далее через пневматические или гидропневматические системы аккумулирует энергию, которая в итоге преобразуется в электрическую энергию.

Новизной, рассматриваемой в работе парусной ВЭУ является наличие паруса аэродинамического профиля в сечении, с автоматически управляемой площадью поверхности, обтекаемой воздухом. Тем самым предполагается автоматическое управление функционированием ВЭУ в целом.

В этой связи в статье ставится цель обосновать функциональные возможности парусного ВЭУ с управляемым рабочим органом. Для этого выполняется обоснование выбора размеров и формы паруса. Рассматривается упрощенная динамическая модель рабочего органа (РО), позволяющая корректно решить задачу динамического анализа рабочего органа и МП ВЭУ для последующего решения задач расчета конструкции ВЭУ в целом и проектирования системы управления РО. Под РО вдальнейшем понимается система, состоящая из паруса, распорных стержней и верхней платформы МП.

2. Обоснование выбора формы и размеров паруса.

Тривиальная задача для любого ВЭУ заключается в том, чтобы принять как можно больше кинетической энергии воздушной массы и преобразовать эту энергию с минимальными потерями в электрическую энергию. Для того, чтобы эффективно воспринимать кинетическую энергию воздушной массы, рабочий орган ВЭУ должен быть чувствительным к изменениям величины и направления скорости и силы воздушного потока. Этим требованиям в полной мере отвечает предлагаемый парусный рабочий орган [6,7]. Во-первых, парус, располагаемый на вертикальных распорках, связанных с верхней платформой МП должен имеет круглую форму, чтобы воспринимать любые боковые направления ветра. В качестве таких тел могут быть приняты формы аэростатов, планирующих парашютов, аэрошютов. Однако в данной статье предлагается парус тороидальной формы с аэродинамическим профилем в сечении выполненный из упругого воздухонепроницаемого прочного материала, например,сверхвысокомодульного полиэтилена или из других упругих материалов.

Аэродинамический анализ характеристик тороидального паруса с аэродинамическим профилем сечения (Рис.1) показывает, что боковой воздушный поток вызывает динамические нагрузки, равнодействующими которых при угле атаки α будут силы сопротивления F_2 и подьемная сила F_1.

Выбор соответствующего аэродинамического профиля позволяет получить высокие значения коэффициента скольжения

$$\varepsilon = \frac{F_1}{F_2}.$$

Подьемная сила и сила сопротивления для тел с аэродинамическим профилем определяются по зависимостям [1]

$$F_1 = c_A \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S_P \cdot v_W^2, \;\; F_2 = c_W \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S_P \cdot v_W^2 \;. \qquad (1)$$

Здесь c_A, c_W, S_P, v_W обозначают соответственно экспериментально определяемый коэффициент подьемной силы, и силы сопротивления, а также плотность воздуха, площадь обдуваемой ветром поверхности, усредненная скорость ветра.

Выбор тороидальной формы паруса обьясняется тем, что парус под действием порыва ветра со скоростью v_W движется приблизительно в направлении силы R. При определенном наклоне паруса воздушный поток срывается с поверхности паруса и проходит через отверстие тора. В этом случае эффект от действия силы ветра уменьшается и парус возвращается в исходное положение за счет сил упругости в телескопических соединениях МП. Таким образом, парус качается около вертикального положения в плоскости действия аэродинамических сил.

Исходной для определения размеров паруса на начальном этапе является требуемая мощность ВЭУ (N), ориентировочное значение к.п.д ВЭУ (η), а также усредненная скорость ветра в районе использования ВЭУ (v_W). Мощность энергии воздушной массы будет определяться выражением [1]

$$N_W = \frac{1}{2} \rho \cdot S \cdot v_W^3, \qquad (2)$$

где $N_W = N/\eta$.

Из выражения (2) определяется площадь лобовой поверхности, по которой устанавливаются размеры паруса

$$S = \frac{2N}{\eta \cdot \rho \cdot v_W^3}$$

.

Анализ движения РО, показывает, что номинальное движение происходит в плоскости (Q) действия результирующих сил от давления ветра проходящей через ось симметрии РО (Рис.1). При этом принято, что в начальном положении ось симметрии РО располагается перпендикулярно к поверхности Земли (всегда – перпендикулярно к нижней платформе МП). Тогда центр масс РО и силы тяжести *G* также расположен в плоскости Q. Здесь под номинальным движением понимается желаемое, синтезируемое движение. Естественно, что это движение должно совпадать с наиболее характерным движением РО. Выбранная плоская система сил вызывает плоское движение РО

Важно отметить, что движение РО будет представлять периодическое движение в плоскости *Q*. Положение плоскости *Q* зависит от направления ветра.

Используя метод обращения движения к горизонтальной составляющей аэродинамической силы, вращаем по часовой стрелке вектор F_2 вокруг оси проходящей через центр тора перпендикулярно плоскости *Q*. Крайнее положение линии действиясилы F_{20} проходящее по касательной к нижней кромке тора соответствует случаю, когда ветровой поток начинает проходить через отверстие тора. В этом случае аэродинамический эффект резко снижается из-за срыва ветрового потока. Угол β_M между линиями действия сил F_2 и F_{20} может быть определен из размеров тора и аэродинамического сечения

$$\beta_M = \frac{h_P}{2(r+s)},$$

где h_P - толщина профиля; на рис.1 показано, что $Ck = h_P/2; r$ - внутренний радиус тора; $s=kd$ - координата максимально удаленной точки тора.

Угол отклонения вертикальной оси $O_1^0 O_r^1$ от начального положения $O_1^0 O_r$, равен углу отклонения β_M линии действия силF_2 в обращенном движении и соответствует максимальной амплитуде A_W качения РО.

3. Динамический анализ рабочего органа

Для анализа,моделирования движения рабочего органа ВЭУ и последующего синтеза системы управления требуется рассматривать полную нелинейную многосвязную математическую модель, учитывающую перекрестные зависимости между различными компонентами пространственного движения рабочего органа. Однако многие сложные математические модели не имеют адекватных решений и, как правило, приводят к последующим приближенным вычислениям. Следует также отметить, что некоторые явления до настоящего времени не описаны с помощью математических закономерностей. В данном случае имеется в виду, например, взаимодействие купругой поверхности паруса с воздушной массой, не имеет пока адекватной математической модели. Учитывая эти обстоятельства, в статье строятся упрощенные динамические модели, достоверность которых обосновывается в процессе постановки и решения задачи.

При решении задач динамического синтеза и последующего синтеза системы управления учитываем, что источником энергии является кинетическая энергия ветра; система является нелинейной, т.к. действующая сила ветра пропорциональна квадрату скорости; внешнее воздействие представляет пульсирующую нагрузку. Пульсирующая нагрузка состоит из двух компонент: первая - квазистатическая сформированная из низкочастотной составляющей порыва ветра; вторая представляет резонансную частоту. В приведенных ниже расчетах используется наиболее распространенная низкочастотная составляющая. Резонансная составляющая не рассматривается, так как система автоматического регулирования будет предотвращать явление резонанса. Частота пульсации ветра принимается по результатам экспериментов, наиболее характерная при сильных ветрах [8]

Задачей динамического анализа и последующего синтеза системы управления является выбор геометрических, кинематических и силовых характеристик ВЭУ, При синтезе системы автоматического управления парусом и ВЭУ в целом определяется закон изменения массы или площади поверхности паруса (при управлении), которые бы обеспечили устойчивое автоколебание РО с различной

амплитудой в зависимости от возмущающего воздействия ветра и входных сигналов системы управления. Известно, что собственные колебания системы (автоколебания) возникают в тех случаях, когда сопряженные корни характеристического уравнения будут мнимыми.

Добиться того, чтобы корни соответствовали этим условиям, и чтобы эти периодические решения были устойчивы, можно путем выбора варьируемых параметров системы, например площади поверхности паруса, формы сечения и размеров. Указанное подтверждает реальную возможность создания управляемой ВЭУ с устойчивыми в большом процессами автоколебания.

При построении упрощенной динамической модели РО принимаем парус за твердое тело, которое совершает плоское движение в плоскости Q. Расчет ведется по внешней нагрузке, соответствующей наибольшей скорости ветра. В том случае, когда скорость ветра превосходит, например, 20 м/с парус складывается путем стравливания воздуха, чтобы предотвратить разрушения.

Выберем неподвижную систему координат $O^0{}_1X_0Y_0Z_o$связанную с неподвижной платформой МП (Рис.1) и подвижную систему координат $O_1X_1Y_1Z_1$ с началом на подвижной платформе и осью O_1Z_1 совпадающей с осью симметрии паруса и осью $O^0{}_1Z_0$ в начальном положении. Плоскость $O_1Y_1Z_1$ совпадает с плоскостью Q.

Динамика РО описывается системой из трех нелинейных уравнений второго порядка

$$M\frac{d^2y_s}{dt^2}=c_W\cdot\frac{1}{2}\cdot\rho\cdot S_P\cdot(v_W-\frac{dy_s}{dt})^2, \tag{3}$$

$$M\frac{d^2z_s}{d^2t}=c_A\cdot\frac{1}{2}\cdot\rho\cdot S_P\cdot(v_W-\frac{dz_s}{dt})^2-G-R_y, \tag{4}$$

$$J_{OY}\ddot{\varphi}=\sum mom(F_1.F_2)-M_R. \tag{5}$$

Здесь M- масса РО, y_s,z_s,φ - координаты центра масс в неподвижной системе отсчета и угол поворота относительно оси проходящей через S перпендикулярно плоскости Q.

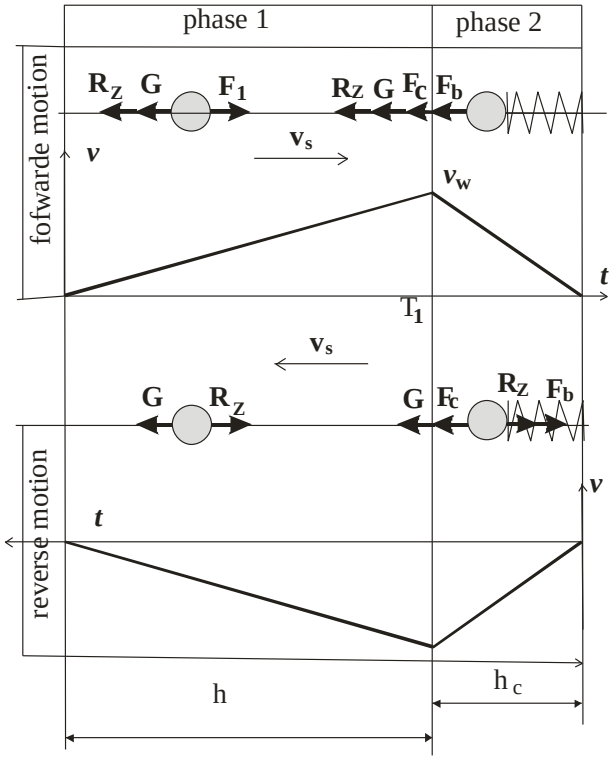


Рис. 2. Циклограмма перемещения ц.м. Sотносительно оси $O^0{}_1Z$

Следует отметить, что правая часть уравнений (3-5) меняется в зависимости от режима функционирования ВЭУ (Рис.2). В этой связи выделим следующие режимы функционирования: режим прямого хода паруса под действием силы ветра и режим обратного хода – под действием, аккумулированных в элементах телескопических соединений МП сил упругости. Прямой ход в свою очередь делится на 2 этапа. На первом этапе парус движется равноускорено, перемещаясь на величину максимального

хода h, соответствующего максимальной амплитуде A_W или положению, когда парус приобретет скорость равную скорости ветра.Когда парус достигает скорости ветра, то действие аэродинамических сил ветра не рассматривается. На втором этапе силы ветра не действуют, парус аккумулирует энергию сил упругости и движется равно замедлено. За счет этого в конце второго этапа скорость паруса равна нулю. Обратный ход выполняется на первом этапе равноускорено за счет рекуперации энергии в упругих элементах телескопических соединений МП. На втором этапе обратного хода за счет начальной скорости, полученной в конце первого этапа и за счет внешних сил, движение происходит равно замедлено. В конце второго этапа обратного хода скорость паруса равна нулю. При обратном ходе действием сил ветра пренебрегают, так как считают, что на данном временном участке отсутствуют порывы ветра из-за циклического характера его воздействия.

Рассмотрим режим прямого хода. Подъемная аэродинамическая сила F_1 из-за свойств аэродинамического профиля паруса намного превосходит силу F_2. Этот режим рассматривается первым, т.к. является определяющим для установления в дальнейшем рабочего хода штока и перемещения штока при действии сил упругости. При анализе режима прямого хода в данном случае ограничением является время движения, зависящее от частоты пульсации ветра H[8]. Поэтому время прямого хода на первом этапе равно $T_1=H/2$ с.Составляющая ускорения в начале первого этапа равна $a_Y = v_W / T_1$. Определим рабочий ход, соответствующий величине максимального хода

$$h = a_W \cdot T_1^2 / 2.$$

Уравнение (4) является нелинейным, поэтому будем искать приближенное решение в приращениях скорости и времени. Для этого время действия силы ветра разобьем на n – равных промежутков времени произведя квантование по времени, тогда $\Delta t = T_1 / n$.

Принимаем, что на конечном отрезке времени на центр масс (ц.м.) действует импульс силы, зависящей от квадрата скорости. Причем скорость паруса на каждом отрезке времени уменьшается на величину суммы изменения скорости на предыдущих отрезках. Это связано с тем, что в выражении для подъёмной силы присутствует скорость ветра относительно паруса. На каждом i-м интервале на парус действует подъёмная сила уменьшающаяся по величине, т.к относительная скорость ветра уменьшается. Равенств (4) можно представить в виде системы равенств

$$\Delta v_Z^s = \frac{1}{M}[\, A_1(v_W - \sum_{1}^{i-1} \Delta v_{iZ}^s)^2 - G + R_{iZ} \,]\Delta t, i=1,\ldots,n. \qquad (6)$$

Здесь $A_1 = c_A \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S_P$ - постоянная;

Выражение (6) позволяет определить вертикальную составляющую скорости центра масс РО и паруса в любой момент времени на первом этапе прямого хода. Так как в начальный момент $v_0^s = 0$, то из (6) получим зависимость для вертикальной составляющей силы реакции и его максимальное значение R_{nZ}.

На втором этапе прямого хода при движении ц.м.S в направлении оси y действуют упругие $F_c = c\,(z_s\text{-}h)$ и демпфирующие силы $F_b = b\frac{dz_s}{dt}$, а также силы тяжести препятствующие движению, поэтому уравнение динамики (4) будет иметь вид

$$M\frac{d^2 z_s}{d^2 t} - b\frac{dz_s}{dt} - c(z_s - h) - G + R_{nZ} = 0, \qquad (7)$$

где b,c – коэффициенты демпфирования и упругости; R_{nZ}- составляющая сила реакции, определенная из (6) при $i=n$.

Решением дифференциального уравнение (7), при заданных M, b, h, G, R_{nZ}и начальной скорости v_W определяются время движения на данном этапе T_2 , c - коэффициент упругости демпфирующих элементов. Приняв, что закон движения равнозамедленный, определяется перемещение h_C, на участке 2 этапа, при котором происходит аккумулирование энергии упругих элементов.

На первом этапе обратного хода происходит рекуперация энергии упругих элементов. Уравнение динамики движения Sотносительно осиO_0Z_0 на этом этапе имеет вид

$$M\frac{d^2z_s}{d^2t}-b\frac{dz_s}{dt}+c(h_c-z_s)+G-R_Z=0 \tag{8}$$

Из решения дифференциального уравнения (8) определяются силы реакции и ускорение на данном этапе. Задавшись равноускоренным движением, определяют конечную скорость на данном этапе v_3 и сила реакции.

На втором этапе обратного хода движение происходит только под действием силы тяжести и силы реакции. Скорость на данном этапе изменяется от начального значения $v_0 = v_3$ до нулевого, при этом путь пройденный ц.м. известен и равен h.

$$M\frac{d^2z_s}{d^2t}+G-R_Z=0 \tag{9}$$

Решение неоднородного дифференциального уравнения (7) позволяет установить зависимость перемещения ц.м. на втором этапе прямого хода и коэффициент упругости . В дальнейшем значение коэффициента упругости проверяется. Из условия функционирования ВЭУ следует, что на втором этапе прямого хода аккумулируется энергия сил упругости, позволяющая возвратить на обратном ходе РО в исходное положение. В этой связи коэффициент упругости должен отвечать этим требованиям. В случае несоответствия коэффициента упругости, цикл вычислений повторяется.

Из уравнения (9) определяется ускорение, затем считая, что движение равнозамедленное, определяется значение v_0 и время второго этапа обратного хода T_2 и сила реакции R_Z.

В дальнейшем при построении упрощенной модели и динамическом анализе перемещения ц.м. РО относительно оси $O^0{}_1Y_0$(3) и вращения вокруг оси проходящей через точку S перпендикулярно плоскости Q (5) повторяются решения и рассуждения, приведенные при анализе движения ц.м. относительно оси$O^0{}_1Z_0$. В результате определяются максимальные значения составляющей R_Y силы реакции и момент M_R пары сил реакций. Момент и силы реакции, действующие на РО от условно «жестко защемленной» платформы являются исходными для силового анализа МП.

4. Динамический анализ манипуляторного преобразователя

Если принять во внимание, что на парус действует результирующая от аэродинамических сил ветра и силы тяжести РО, то при циклическом изменении скорости ветра и изменения направления ветра движение РО будет пространственным замкнутым.

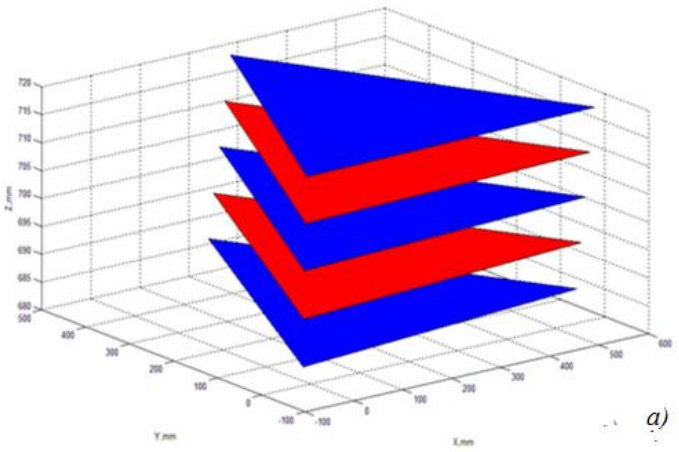


Рис.3. График перемещения верхней платформы МП

При таком движении верхней платформы будут изменяться длины всех шести телескопических соединений. Результаты решения кинематической задачи для параллельного манипулятора в MatLab по алгоритму, предложенному в работе [9] приведенные на Рис.3 показывают, что при поступательном движении подвижной платформы все шесть штоков получают приращения в перемещении.

Для оценки мощности ВЭУ при проектировании или в процессе эксплуатации требуются данные об усилиях в телескопических соединениях и скорости движения штоков. Усилия на штоке цилиндров наряду с ходом позволяют выбрать конструкцию пневмо- гидроцилиндров. Для определения усилий на штоках проводится силовой анализ МП методом кинетостатики.

В качестве исходных данных используются главный вектор силы реакции $\vec{R} = \vec{R}_Z + \vec{R}_Y$, приложенный в точке O_1 и вектор пары сил $\vec{M}_R$, полученные в результате динамического анализа РО под действием максимальной скорости ветра 15-20 м/с и с учетом сил инерций. Следует отметить, что сила $\vec{R}$ расположена (Рис.4) в плоскости Q, а вектор момента пары сил $\vec{M}_R$ направлен перпендикулярно плоскостиQ, совпадающей с подвижной плоскостью $O_1Y_1Z_1$. Таким образом, при заданном направлении ветра величины $\vec{R}$ и $\vec{M}_R$ известны. Кроме приведенных сил на платформу 2 действуют искомые силы N_3, N_4, N_5, N_6, N_7, N_8 ,направленные вдоль осей штоков. Направления линий действия этих сил для каждого положения определены путем решения обратной задачи кинематики.

$$\sum_{i=3}^{i=8} N_{iy} + R_y = 0; \qquad \sum_{i=3}^{i=8} N_{iz} + R_z = 0;$$

$$\sum_{i=3}^{i=8} N_{ix} = 0;$$

$$\sum_{i=3}^{i=8} M_x(N_i) + M_{Rx} = 0; \quad \sum_{i=3}^{i=8} M_y(N_i) + M_{Ry} = 0; \quad \sum_{i=3}^{i=8} M_z(N_i) = 0.$$

Выберем неподвижную систему координат $O_0 X_0Y_0Z_0$ связанную с нижней платформой МП с началом в узле C_1. Так как в $\vec{R}$ и $\vec{M}_R$ входят силы инерции, уравнение кинетостатики для платформы имеет вид

Таким образом, в шести уравнениях кинетостатики неизвестными переменными являются величины шести сил реакции - N_i $(i=3,\ldots,8)$.

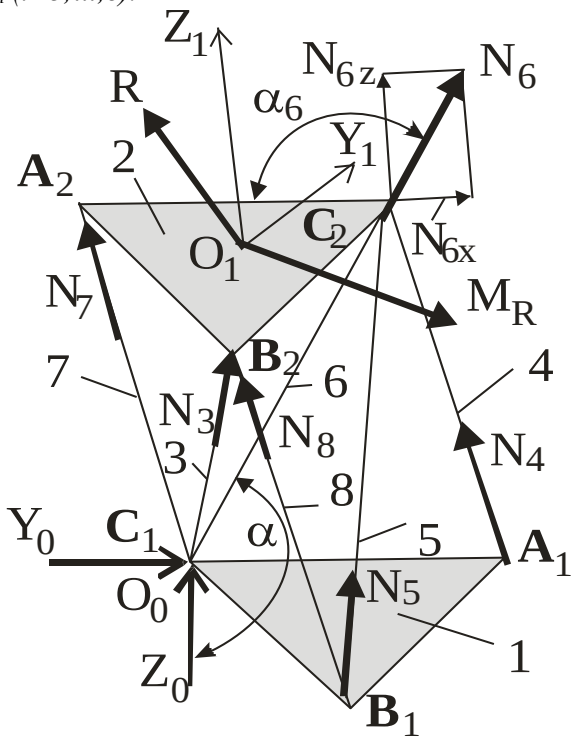


Рис. 4. Схема для силового анализа МП

Полученные значения усилий на штоке МП используются в дальнейшем при выборе пневмогидроцилиндров при конструировании ВЭУ.

5. Описание лабораторной модели ВЭУ.

Для подтверждения функциональных возможностей парусной ВЭУ иисследования движения паруса изготовлена действующая лабораторная модель ВЭУ представленная на Рис.5.

Рис.5. Действующая модель ВЭУ

Здесь к подвижной платформе 4 манипуляторного преобразователя жестко крепится тороидальный парус 5. К каждому штоку соединения шток-цилиндр 2 присоединяется ротор линейного электрогенератора 3, генерирующего электрический ток, который регистрируется блоком микроамперметров 6. В модели парус располагался на небольшой высоте, кроме того парус не имел аэродинамический профиль в сечении и не изменялась парусность. Тем не менее данная модель позволила продемонстрировать принцип функционирования ВЭУ.

А именно, под действием силы ветра, парус совершает пространственные движения, в зависимости от направления и скорости ветра. Таким образом, парус захватывает кинетическую энергию воздушной массы, а манипуляторный преобразователь преобразует эту энергию в механическую энергию поступательных движений шести штоков относительно цилиндров, что позволяет генерировать электрическую энергию. На модели можно было наблюдать, что парус, двигаясь под действием силы ветра, одновременно сжимает пружину в соединении шток-цилиндр. На обратном ходе парус перемещался под действием пружины. Также действующая модель показала, что форма паруса в виде тора предотвращает РО от разрушительного действия ветра. Так, например, при сильном ветре РО отклонялся на максимальный угол, при котором происходил срыв воздушного потока с паруса благодаря тороидальной форме. После того, как прекращался порыв ветра, РО возвращался в исходное положение под действием сил упругости. При заданном направлении ветра активно функционировали 2-3 телескопических соединений. При изменении направления ветра – функционировали другие 2-3 телескопические соединения. Движение рабочего органа при отсутствии сильных порывов ветра представляли колебания с небольшой амплитудой. Функционирование модели в реальных условиях представлено на слайде по ссылке [10]. Существенные отличие прототипа от существующих ВЭУ – это применение качающегося паруса с автоматически управляемой парусностью и манипуляторного преобразователя с шестью степенями свободы.

Заключение

В статье проведен анализ аэродинамических переменных, циклограммы функционирования и построена упрощенная динамическая модель новой ветроэнергетической установки. Обоснованы методы определения геометрических размеров и формы паруса. Получены геометрические, кинематические и динамические характеристики, необходимые в дальнейшем при проектирования, а также для автоматического управления и исследования ВЭУ. Обосновано, что рабочий орган ВЭУ будет совершать автоколебания устойчивые в большом. Дано описание действующей лабораторной модели.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Volker Quaschning, Regenerative Energiesysteme, Hanser, Munich 2015.

[2] Al-Majed S. I., T. Fujigaki, Advances in Wind Power. Edited by Rupp Carriveau 2010, http://dx.doi.org/10.5772/3376.

[3] Al-Majed S.I. and T. Fujigaki, "Wind power generation: An overview" Proceedings of the International Symposium Modern Electric Power Systems (MEPS), IEEE Explore Press, Wroclaw, Poland, 20–22sept 2010, pp. 1–6.

[4] http://www.saphonenergy.com/.

[5] K.S. Sholanov. Platform robot manipulator. WO/2015/016692,05.02.2015.

[6] K.S. Sholanov. Power plants (variants) on the basis of parallel manipulator/ PCT/KZ 2017/000001, 13.02.2017.

[7] K. Tochmetova, K.S. Sholanov. Float converter model for wave power sources. Research Article in EAI Endorsed Transactions on Energy Web 17(13): e2 http://eudl.eu/issue/ew/4/13 (S 0119).

[8] M.A. Novitskii, L.M. Khachaturova, L.K. Kulizhnikova, M.K. Matskevich, Maximum fluctuations of wind direction in limited time intervals at the levels up to 300 m from observations at a meteorological tower. Russian Meteorology and Hydrology. T. 32. № 3. 2007 pp. 168-175.

[9] K.S. Sholanov, K.A. Abzhaparov, Zh.T. Zhumasheva, M. Ceccarelli, A new parallel manipulator hydraulically actuated. International Journal of Mechanics and Control, Vol. 17, No. 01, 2016 pp. 49-57.

[10]https://drive.google.com/file/d/0B0wEXSK9ikRhaFBj5rUnI5bk0/view?usp=sharing

Шоланов Қ.С., Кабанбаев А.Б.,Абжапаров Қ.А.

Автоматты басқарылатын желкенді жұмыс аймағымен желэнергияқондырғысының параметрлерін таңдау және есептеу

Түйіндеме. Бұл мақалада басқа мұндай қондырғылардан ерекше желэнергия қондырғысы қарастырылады, яғни троидальді пішінді автоматты басқарылатын желкені және желдің кинетикалық энергиясын ілгерлемелі қозғалатын механикалық энергияға түрлендіретін манипулятор бар. Жұмыстың нәтижесінде аэродинамикалық айнымалылар, жұмыс циклограммалары және динамикалық модельді құруда геометрикалық, кинематикалық, жобалауға арналған динамикалық сипаттамалар, жел энергия қондырғысын басқару және зерттеу жұмыстары жүргізілді. Желэнергия қондырғысының зертханалық моделінің сипаттамасы берілген.

Түйін сөздер: Желэнергия қондырғысы, жұмыс аймағы, басқарылатын желкенді, түрлендіргіш манипулятор.

Sholanov K.S., Kabanbayev A.B., Abzhaparov K.A.

Selecting and parameters calculating of the wind power plant with an automatically controlled sailing operating device

Summary. The article reviews a wind power plant (WPP), which significantly differs from the other existing as it has an automatically controlled sail of a toroidal shape and a manipulator converter of the wind kinetic energy to the mechanical energy of forward motion. Having analyzed aerodynamic variables, timing working chart, and having built a dynamic model, the authors determined geometric, kinematic and dynamic properties, which are necessary for the future design engineering, automatic control and research of the wind power plants. The study gives a description of the acting laboratory-scale model of the sail wind power installation.

Key words: wind power plant, operating device, controlled sail, manipulator converter.

УДК 510.5, 519.768.2

A.Zh. Kartbayev
(Kazakh National University named after Al-Farabi,
Almaty, Republic of Kazakhstan, a.kartbayev@gmail.com)

APPLICATION OF THE HYBRID METHOD OF STATISTICAL MACHINE TRANSLATION BASED ON MORPHOLOGICAL SEGMENTATION

Abstract. The article discusses the problems of developing statistical methods for aligning parallel texts. Also, the study of the lexical features of the Kazakh language for the morphological analysis of complex word forms, which will be built into the hybrid model of statistical machine translation is described. Based on the study, the author proposes to apply the machine learning method for segmentation of word forms, which, in the process of learning, is supplemented with data on morphology and on the structure of word formation extracted from the mono-linguistic corpus of the Kazakh language. Wikipedia sentences are used as initial data for the Kazakh Corpus. Based on the application of models, the accuracy of the Kazakh-English machine translation has been improved.

Key words: statistical machine translation, alignment methods, morphological analysis, word segmentation, hybrid methods.

А.Ж. Картбаев
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан, a.kartbayev@gmail.com)

ПРИМЕНЕНИЕ ГИБРИДНОГО МЕТОДА СТАТИСТИЧЕСКОГО МАШИННОГО ПЕРЕВОДА НА ОСНОВЕ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы разработки статистических методов для выравнивания параллельных текстов. Также описано исследование лексических особенностей казахского языка для морфологического разбора сложных словоформ, которые будут встроены в гибридную модель статистического машинного перевода. На основе проведенного исследования автором предлагается применить метод машинного обучения для сегментации словоформ, которая в процессе обучения дополняется данными о морфологии и о структуре словообразования, извлеченными из моно-лингвистического корпуса казахского языка. В качестве исходных данных для казахского корпуса используются предложения из Википедии. На основе применения моделей достигнуто повышение точности казахско-английского машинного перевода.

Ключевые слова: машинный перевод, методы выравнивания, морфологический анализ, сегментация слов, гибридные методы.

Описание модели. Основная идея статистического перевода исходит из понятия шумного канала и состоит в поиске наиболее вероятных предложений на языке перевода для конкретного предложения из языка-источника. Данная модель перевода рассчитывает вероятность слов для установления соответствия между предложениями на источнике текста и переводе. Учитывая значение вероятности обратного перевода, декодер пытается рассчитать, какой перевод лучше всего соответствует семантически исходному предложению. При этом компонент языковой модели гарантирует, что созданный перевод является грамматически правильным и часто используется в первоначальном виде. Процесс поиска лучшего перевода называется декодировкой и выполняется программным декодером.

Языковая модель определяет, насколько хорошо данная гипотеза написана на языке перевода, а именно проверяет связанность, совпадение и синтаксис предложения. В ранних подходах перевод был построен именно на этих двух компонентах, путём разложения их на уровне слов. Но поиск фразы в более поздних вариантах был основан на логарифмической линейной модели, где она позволяет использовать более двух моделей и самостоятельно их оценивать.

Обучение модели обычно начинается с процесса моделирования языка и выравнивания слов, поскольку они являются общими для большинства подходов. Выравнивание слов – это отношение «один-ко-многим» между словами предложения на языке-источнике и его соответствующим переводом. Выравнивание слов определяет связь порядка слов с их изменениями, происходящими при переводе и, как следствие, оно расширяет это до структур выравнивания фраз.

Первым шагом для построения модели перевода является выравнивание корпуса параллельных текстов на уровне слова. Для этого процесса большинство систем используют подход IBM, предложенный Брауном и др. в 1990 году [1]. Идея заключается в обозначении выравнивания слов в качестве скрытой переменной. Это определяется как:

$$p(e|f) = \sum_a p(e, a|f), \qquad (1)$$

где скрытая переменная a представляет карту между положением слова в предложении на языке-оригинале и перевода, другими словами, она является вектором a позиции выравнивания a_i для каждого соответствия слов.

На самом деле, модель перевода не может быть получена непосредственно из соответствующих предложений из-за их разреженности, но она может быть построена путем использования последовательности слов вместо полных предложений. Мы считаем, что последовательность слов предложения на языке-источнике была не выравнена к словам в их переводе. В этом случае модель должна быть готова распознавать и удалять эти слова во время перевода. В соответствии с функцией выравнивания необходимо назначить индекс для всех слов, которые имеют соответствие в переведенном предложении. Это позволяет согласовывать каждую последовательность слов, даже если это не прямой перевод какого-либо слова в исходном предложении.

$$P\,(e, a|f) = \prod_{i=1}^{L} P(e|f_{a_i}) P(a_i|a_{i-1}, i, l_e, l_f) \qquad (2)$$

$$P(a_i|a_{i-1}, i, l_e, l_f) = \begin{cases} \frac{a}{(l_f+1)^{l_e}} \\ P(a_i|i, l_e, l_f) \\ P(a_i - a_{i-1}) \end{cases} \quad (3)$$

Обычно, когда мы используем IBM Модель 1, как $\frac{a}{(l_f+1)^{l_e}}$, мы полагаем, что все ряды схожи, поэтому их лексическая вероятность корректируется с учетом длины предложения на языке-источнике [2]. В Модели 2, $P(a_i|i, l_e, l_f)$, модель ссылается на положение выровненных слов. Так в модели HMM, $P(a_i - a_{i-1})$, мы ссылаемся на разницу в положениях текущего выровненного слова от предыдущего выровненного слова (2,3).

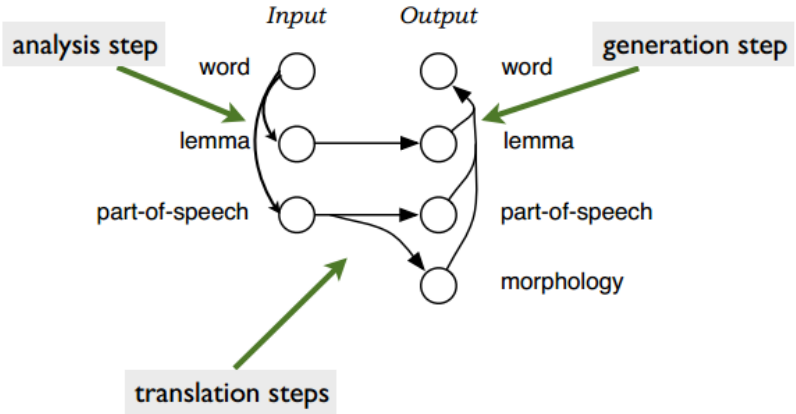


Рис. 1. Общая схема процесса перевода по рассматриваемой модели перевода

Мы видим, что IBM Модель 1 не может обрабатывать модель изменения порядка слов. Эти модели являются порождающими моделями, которые рассчитывают лексические вероятности из слов в предложении на языке-источнике, в то время как более высокие модели IBM, которые также являются порождающими моделями, сосредоточенны на предложении на языке перевода. Они зависят от способности к воспроизведению исходного слова, путем выбора количества связей со словами перевода, которые позволяют им найти новое положение в предложениях на языке перевода.

$$p(e, a_i|f) = \prod n(\varphi|f) \prod t(e|f) \prod d(\pi|\tau, \varphi, f) \quad (4)$$

Модель (См. рис. 1) далее добавляет модель воспроизведения и знаки отсутствия. Для языковой модели требуется только большое количества текста на языке перевода, в то время, как для модели перевода требуются параллельные тексты, выровненные по словам. Однако на практике выравнивание слов, как правило, недоступно в начале учебного процесса и рассматривается как скрытая переменная(4).

Поэтому алгоритм максимизации ожидания (МО) [3] используется для итерационного изучения выравнивания и параметров модели перевода. Он формирует следующие необходимые для процесса вероятности.

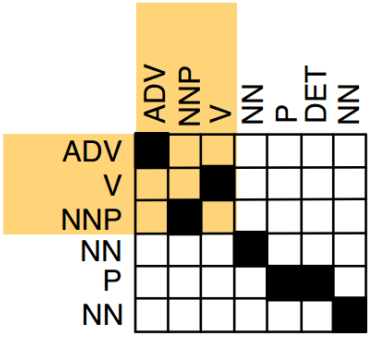


Рис. 2. Визуальное отображение соответствия между словами выровненного предложения.

Алгоритм. Во-первых, модель воспроизведения $n(\varphi|f)$ рассчитывает возможность слова на языке перевода e сформировать φ исходные слова в предложение на языке-источнике. Удаление исходных слов в процессе перевода может быть смоделировано $\varphi = 0$. Введение NULL является такой специальной операцией, где в предложение вставляется знак NULL при вероятности p_1 и не вставляется, при $p_0 = 1 - p_1$. Лексическая модель $t(e|f)$ рассчитывает вероятность того, что слово на языке-источнике f_i является переводом слова на языке e_i. Лексический перевод обрабатывается с использованием условного распределения вероятности, как в IBM Модели 1. Модель искажения $d(\pi|\tau, \varphi, f)$ – это вероятность того, что слово в определенном положении из предложения на языке-источнике соответствует слову в определенном положении из предложения на языке перевода.

Модель IBM представлена в качестве усовершенствованной модели по сравнению с ранней моделью, когда параметры искажения длинных предложений не могут быть определенны в этой модели из-за их разреженности. В модели положение последующих исходных слов основывается на размещении предшествующих исходных слов. Модель устраняет проблему вероятности размещения нескольких слов на языке перевода на одной позиции, путём отслеживания положений всех слов на языке перевода.

Во многих случаях слова из предложений языка-оригинала и языка перевода могут располагаться в одной и той же части предложения, например, в начале или в конце. Большое расстояние между ними может привести к более серьёзным искажениям. Для того, чтобы определить $p(f|e)$, используется подход IBM для выравнивания слов в качестве порождающего процесса, где он скрыт и должен быть найден, поэтому проблема решается с использованием алгоритма МО.

Таблица 1. **Сравнительные результаты расчета производительности модели.**

Модель	Точность, %	Полнота	F-score	AER	BLEU	METEOR	TER
Базовая	57.18	28.35	38.32	36.22	30.47	47.01	49.88
Модель 1	71.12	28.31	42.49	20.19	31.9	47.34	49.37
Модель 2	89.62	29.64	45.58	9.17	33.89	49.22	48.04

Наш алгоритм МО используется для заполнения пробелов в неполных данных, а затем изучает модель путем нескольких повторений. Сначала МО будет начинаться с равномерных лексических вероятностей, а затем будут подчитываться совпадения каждой пары слов для лучшего изучения вероятностей. Далее следует циклический повтор этого процесса до его полного взаимодействия с лексической вероятностью.

Это позволяет нам рассмотреть дополнительные возможности процесса перевода [4]. Наиболее распространенными чертами являются: модель длины предложения, лексическая модель и модель изменения порядка. Модель длины предложения, которая также называется наказание за слово, возмещает тот факт, что система предпочитает более короткие переводы для более качественных показателей. Лексические модели, которые также называются моделями источника и назначения, добавлены для укрепления нашей зависимости от гипотезы перевода. Модель изменения порядка слов показывает, как слова должны перемещаться от своих начальных положений в предложении к своим окончательным позициям при их переводе на языки с другим порядком слов.

Наша базовая модель является многофакторной моделью перевода, подготовленная на базе пакета декодера MOSES с предварительной обработкой корпуса. Параллельно поступающие данные выравниваются с использованием модели. Выравнивания извлекаются в обоих направлениях, а затем располагаются симметрично с использованием увеличительно-диагонально-конечного и случайного методов. Используется 3-gram модель на языке перевода, которая была построена из набора данных для обучения. Затем используется процесс MERT для настройки параметров модели. Результаты перевода были оценены с помощью показателя BLEU, которые представлены выше в Таблица 1.

Выводы. Рассмотренные модели имеют несколько ограничений: они могут выравнивать каждое слово в языке перевода только по одному слову в языке-источнике, в то время как строки «многие ко многим» необходимы для преобразования сложных выражений и конкретных идиом. Кроме того, они не могут использовать какие-либо сведения о контексте для оценки вероятности перевода. Эти ограничения были решены в рамках модели перевода на основе слов, которые были исследованы. Дальнейшие исследования будут основаны на полученных результатах.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Brown P.F., Cocke J., Pietra V.J.D., Pietra S.A.D., Jelinek F., Lafferty J.D., Mercer R.L., Roossin P.S. A statistical approach to machine translation // Computational Linguistics - 1990. - 16. - N2. - pp. 79-85.

[2] Och F.J., Ney H. The alignment template approach to statistical machine translation // Computational Linguistics - 2004. - 30. - N4. - pp. 417-449.

[3] Bahl L.R., Jelinek F., Merce R.L. A maximum likelihood approach to continuous speech recognition // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence - 1983. - vol. 5. - N2. - pp. 179-190.

[4] Koehn P., Hoang H., Birch A., Callison-Burch C., Federico M., Bertoldi N., Cowan B., Shen W., Moran C., Zens R., Dyer C., Bojar O., Constantin A., Herbst E. Moses: open source toolkit for statistical machine translation // Proceedings of the 45th Annual Meeting of the ACL on Interactive Poster and Demonstration Sessions - Praha, 2007. - pp. 177-180.

[5] Moore R.C. A discriminative framework for bilingual word alignment // Proceedings of the conference on Human Language Technology and Empirical Methods in Natural Language Processing, HLT.- Vancouver. – 2005.- p.81-88.

[6] Bekbulatov, E. and Kartbayev A. A study of certain morphological structures of Kazakh and their impact on the machine translation quality // Proceedings of the IEEE 8th International Conference on Application of Information and Communication Technologies.-2014.- Astana.- p.495-501.

[7] Nirenburg S. Knowledge-Based Machine Translation // Machine Translation, Springer.- 1989 .-vol.4, №1.- p.5–24.

[8] Nagao M. A framework of a mechanical translation between Japanese and English by analogy principle // Proceedings of the international NATO symposium on Artificial and human intelligence.-Lyon.-1984.-p. 173-180.

[9] Ziemski M., Junczys-Dowmunt M. and Pouliquen B. The United Nations Parallel Corpus // Proceedings of Language Resources and Evaluation, LREC.- Slovenia.- 2016.- p.3530-3534.]

[10] Koehn P. Europarl: A Parallel Corpus for Statistical Machine Translation // Proceedings of the 10th Machine Translation Summit. - Phuket. - 2005. - p. 79—86.

[11] Boitet C. Bernard Vauquois' contribution to the theory and practice of building MT systems // Proceedings of the 6th International Conference on Natural Language Processing and Knowledge Engineering. – Beijing. - 2010. – p.331-334.

[12] Oswald V.A. and Fletcher S.L. Proposals for the mechanical resolution of German syntax

[13] Patterns // Modern Language Forum.- Berlin.- 1951.- p.21-24.

[14] Hutchins J., Dostert L., Garvin P. The Georgetown-I.B.M. experiment // Conference of the Association for Machine Translation in the Americas, AMTA.- Washington.-2004.-p. 124-135.

[15] Yang J., Lange E.D. SYSTRAN on AltaVista A User Study on Real-Time Machine Translation on the Internet // Third Conference of the Association for Machine Translation in the Americas, AMTA.- Langhorne.- 1998.- p.275-285.

[16] Mitamura T., Nyberg E. The KANT System: Fast, Accurate, High-Quality Translation in Practical Domains // Proceedings of the International Conference on Computation Linguistics, COLING.- Nantes.- 1992. – p.1069-1073.

[17] Witkam A. Distributed Language Translation // Language Problems and Language Planning.- 1985.- vol.9, №1.-p. 68–70.

[18] Luckhardt D. SUSY: Capabilities and range of application // Journal of Cultural and language Communication.- 1982.- vol. 1, №4.- p.213-219.

[19] Nirenburg S. Progress in machine translation.- IOS Press,1993.- p. 246.

Картбаев А.Ж.

Морфологиялық сегменттеу негізінде статистикалық машинамен аударудың гибридті әдісін қолдану

Түйіндеме. Бұл мақалада параллель мәтіндерді түзетуге арналған статистикалық әдістерді құрудың мәселелері қарастырылды. Сондай-ақ, статистикалық машиналарды аударудың гибридтік үлгісіне енгізілетін күрделі сөз формаларын морфологиялық талдау үшін қазақ тілінің лексикалық ерекшеліктерін зерттеу сипатталды. Зерттеудің негізінде автор оқу үдерісінде морфология және қазақ тілінің моно-лингвистикалық корпусынан алынған сөзді қалыптастыру құрылымы туралы деректермен толықтырылған сөздердің нысандарын сегменттеу үшін машина оқыту әдісін қолдануды ұсынады. Қазақ корпусына арналған бастапқы деректерге Википедиядан алынған қосымшалар пайдаланылады. Модельдерді қолдану негізінде қазақ-ағылшын машиналық аудармасының дәлдігі артты.

Түйін сөздер: статистикалық машиналық аудару, сөз реті, морфологиялық анализ, сөздерді бөлшектеу.

Kartbayev A.Zh.

Application of the hybrid method of statistical machine translation based on morphological segmentation

Summary. The article discusses the problems of developing statistical methods for aligning parallel texts. Also, the study of the lexical features of the Kazakh language for the morphological analysis of complex word forms, which will be built into the hybrid model of statistical machine translation is described. Based on the study, the author proposes to apply the machine learning method for segmentation of word forms, which, in the process of learning, is supplemented with data on morphology and on the structure of word formation extracted from the mono-linguistic corpus of the Kazakh language. Wikipedia sentences are used as initial data for the Kazakh Corpus. Based on the application of models, the accuracy of the Kazakh-English machine translation has been improved.

Key words: statistical machine translation, alignment methods, morphological analysis, word segmentation.

МРНТИ: 84.01.11

A.Y. Mukhametov, D.R. Dautkanova, M.T. Yerbulekova
(Kazakh National Agrarian University, Almaty, Republic of Kazakhstan,
myhametov_almas@mail.ru)

MANAGEMENT SYSTEM IMPLEMENTATION OF FOOD PRODUCTS QUALITY AT THE VEGETABLE OILS PRODUCTION FACTORIES

Abstract: Now the most highlighted issue of quality management is the food quality supply. Vegetable oils are used as ingredients of very many food therefore vegetable oils production can be considered as strategic branch of economy. Providing the population of Kazakhstan with qualitative vegetable oils in sufficient volumes exerts impact on food security of the country.

Considering rates of the agricultural branch development of the Republic Kazakhstan for the last 10 – 15 years and comparing them with consumption of vegetable fats within the country, it is easy to notice that now Kazakhstan completely provides itself with phytogenesis oils. Therefore, further increase in production of oily cultures is connected with export volumes accumulation, and in view the agriculture development program of the Republic Kazakhstan until 2030 approved by the Government of the Republic it becomes obvious that in the next years it is necessary to expect increase in the production of processing industry, including production of vegetable oils. In these conditions the research of experience the quality management system introduction on food products at the factories for vegetable oils production in the Republic of Kazakhstan becomes relevant.

Keywords: quality management, vegetable oils quality.

А.Е. Мухаметов, Д.Р. Даутканова, М.Т. Ербулекова
(Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Республика Казахстан,
myhametov_almas@mail.ru)

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ПРОИЗВОДСТВУ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

Аннотация. В настоящее время наиболее актуальным вопросом управления качеством является обеспечение качества продуктов питания. Растительные масла используются в качестве ингредиентов очень многих продуктов питания, поэтому производство растительных масел можно рассматривать как стратегическую отрасль экономики. Обеспечение населения Казахстана качественными растительными маслами в достаточных объёмах оказывает влияние на продовольственную безопасность страны.

Учитывая темпы развития сельскохозяйственной отрасли Республики Казахстан за последние 10 – 15 лет и сопоставляя их с потреблением растительных жиров внутри страны, нетрудно заметить, что в настоящее время Казахстан полностью обеспечивает себя маслами растительного происхождения. Следовательно, дальнейший рост производства масленичных культур связан с наращиванием объёмов экспорта, а принимая во внимание программу развития сельского хозяйства Республики Казахстан на период до 2030 года, утверждённую Правительством республики, становится очевидно, что в ближайшие годы следует ожидать увеличения объёмов производства перерабатывающей промышленности, в том числе объёмов производства растительных масел. В этих условиях является актуальным исследование опыта внедрения системы менеджмента качества пищевой продукции на предприятиях по производству растительных масел в Республике Казахстан.

Ключевые слова: управление качеством, качество растительных масел.

Введение. В связи с принятием в декабре 2011 года Технического регламента Таможенного Союза «О безопасности пищевой продукции» [2], у предприятий пищевой промышленности Республики Казахстан, возникла необходимость получить сертификат соответствия новому техническому регламенту. Для этого предприятиям, выпускающим продукты питания, было необходимо провести ревизию имеющихся систем контроля качества выпускаемой продукции и при необходимости внести изменения в свои системы контроля качества. Интерес со стороны казахских предприятий к изменению существующих систем управления качеством не ослабевает до настоящего времени. Есть все основания полагать, что в настоящее время происходит процесс коренного изменения подходов к организации производства на предприятиях пищевой и перерабатывающей промышленности Казахстана, переориентация со стратегии, нацеленной на быстрое увеличение объёмов производства, получение прибыли и занятие доли рынка, на стратегию, основанную на выстраивании долгосрочных отношений с потребителями. В этих условиях, эффективность системы управления качеством выпускаемой продукции выходит на первый план, а качество становится ключевым элементом достижения стратегических

целей предприятия. Таким образом, можно утверждать о возникновении тенденции повышения качества продукции предприятий пищевой промышленности Казахстана, или по крайней мере, стремлении предприятий повысить качество выпускаемой продукции.

Данная тенденция проявляется и на предприятиях масложировой промышленности, в частности на предприятиях по производству растительных масел. Это делает актуальным исследование опыта внедрения системы менеджмента качества пищевой продукции на предприятиях по производству растительных масел в Республике Казахстан. Целью исследования является выявление имеющихся внутренних ресурсов предприятий для повышения эффективности системы контроля качества.

В общем случае, система управления качеством должна содержать внутренние механизмы самосовершенствования: проведение регулярных аудитов системы управления предприятием, анализ технологических процессов, взаимодействие с потребителями. В своей совокупности данные механизмы призваны обеспечивать своевременную подстройку системы управления качеством в ответ на изменения во внешней и внутренней среде предприятия, влияя, тем самым повышая эффективность всех существующих бизнес-процессов.

Обязательным условием внедрения или изменения системы управления качеством является вовлечение персонала в процессы повышения качества выпускаемой продукции. Это даёт возможность с большей эффективностью использовать имеющиеся компетенции персонала предприятия для получения конкурентных преимуществ, в том числе обусловленных отличительными характеристиками выпускаемой продукции. Кроме того, вовлечение персонала предприятия в процессы управления качеством выпускаемой продукции положительно влияет на мотивацию.

Использование имеющихся компетенций персонала при изменении системы управления качеством позволяет снизить издержки предприятия, связанные с привлечением сторонних специалистов для проведения аудита системы управления качеством, действующей на предприятии. Более того, персонал предприятия, как правило знает все «тонкие» места технологического процесса и при правильной мотивации и организации работы, способен существенно повысить эффективность системы управления качеством без её кардинальных изменений. Поэтому, перед принятием решения о внедрении новой системы управления качеством, необходимо провести внутренний аудит существующих бизнес-процессов, с целью выявления тех самых «тонких» мест. Внутренний аудит может быть дополнен аудитом внешним, с привлечением специалистов (зачастую дорогостоящих). Сравнивая результаты внутреннего и внешнего аудита можно получить полную картину текущего положения на предприятии и по результатам анализа сделать обоснованный и взвешенный вывод о необходимости и масштабах предстоящих изменений.

Другим фактором, оказывающим влияние на эффективность работы системы управления качеством, является документирование ключевых бизнес-процессов [10]. Вовлечение персонала предприятия в процесс документирования на этапе проектирования будущей системы управления качеством позволяет улучшить управляемость процесса внедрения и эксплуатации системы, повысить контроль за её работой, обеспечивает оперативность принятия решений, т.е. позволяет создать условия для непрерывного совершенствования внедряемой системы управления качеством. При этом, вовлечение персонала в процессы управления качеством выпускаемой продукции должно строиться на принципах делегирования полномочий, позволяющих своевременно реагировать на негативные сигналы и устранять причины их возникновения.

Как уже отмечалось, главным фактором, виляющим на формирование конкурентных преимуществ предприятий пищевой промышленности, и, в частности, предприятий, производящих растительные масла, является качество. Современные исследователи определяют качество, как «совокупность свойств и характеристик продукта удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности покупателей» [3].

На качество растительного масла влияют: [12]

– качество исходного сырья (семян)
– технология производства;
– оборудование;
– средства автоматизации и управления производством.

Другими словами, качество растительных масел обеспечивается совокупностью технологических и организационных мероприятий. Поэтому под системой управления качеством производства растительного масла, как правило подразумевают совокупность оперативных мероприятий, направленных на достижение требуемого уровня качества конечной продукции. [12]

Характерной особенностью технологического процесса производства растительного масла является необходимость соблюдения требуемых характеристик конечного продукта, оговорённых в Техническом регламенте Таможенного Союза «О безопасности пищевой продукции» [2] и продублированных в Национальных стандартах Республики Казахстан [1]. Таким образом, основной задачей системы управления качеством на предприятиях масложировой промышленности является не столько улучшение, сколько обеспечение постоянства характеристик выпускаемой продукции. Данная отличительная особенность систем управления качеством производства растительных масел накладывает некоторые ограничения как на возможности совершенствования системы управления качеством, так и на технологические процессы производства растительных масел.

Обеспечение постоянства характеристик выпускаемой продукции достигается двумя способами:

1) входным контролем качества сырья (семян);
2) соблюдением технологии производства.

На практике одновременно применяются оба способа, т.е. осуществляется входной контроль качества сырья, поступающего от поставщиков – фермерских хозяйств и следование имеющейся технологии производства растительного масла. Так как эффективность производственных процессов зависят и от качества исходного сырья (семян) и от применяемой технологии, то в данном случае сложно выделить какой-либо один фактор, влияющий на качество конечной продукции. Следовательно, качество растительного масла зависит от совокупности качества исходного сырья и применяемой технологии производства.

Качество исходного сырья (семян) является переменным параметром, поэтому его контроль в создаваемой системе управления качеством должен быть непрерывным. Непрерывность входного контроля может быть обеспечено с помощью современных средств автоматизации производства. Если на предприятии отсутствует непрерывный входной контроль качества используемого сырья, то можно с уверенностью сказать, что систему управления качеством необходимо модернизировать, так как существующая система не способна обеспечить качество конечной продукции. В лучшем случае, при отсутствии непрерывного контроля качества сырья, можно ожидать постоянных остановок производственных линий, что неминуемо ведёт к увеличению производственных издержек. В худшем случае – возможен выход из строя оборудования предприятия и дорогостоящий ремонт.

Применяемая технология производства растительного масла в рамках конкретного предприятия является постоянным параметром, который может быть изменён только в случае серьёзной модернизации производства. Следовательно, при любом изменении производственных процессов, связанных с заменой оборудования, должны проводится изменения в системе управления качеством. Однако, не смотря на постоянство применяемой конкретным предприятием технологии производства растительного масла, система управления качества должна предусматривать контроль за соблюдением используемой технологии.

Таким образом, справедливо утверждение Джеймса Эванса: «хорошо разработанные системы качества существуют в производстве в течение уже достаточно длительного времени» [14]. Ключевым в этом утверждении является понятие «хорошо разработанные» системы управления качеством. Действительно, от степени продуманности и универсальности системы контроля качества зависит не только конечная продукция, но и процент брака, затраты на ремонт и наладку оборудования, потери предприятия от вынужденных простоев и т.д. Все перечисленные факторы в конечном счёте влияют на прибыль предприятия. Поэтому современные системы управления качеством производственных предприятий, и, в частности, предприятий масложировой промышленности должны проектироваться одновременно с проектированием производственных линий, а точнее являться частью проекта по запуску нового или модернизации существующего производства.

Заключение

В структуре потребления современного общества растительные масла играют важную роль, являясь ингредиентами в очень многих продуктах питания. Поэтому от качества растительных масел зависит здоровое питание всего населения Республики Казахстан. С экономической точки зрения развитие сельского хозяйства и увеличение объёмов производства масленичных культур, которое можно наблюдать последние 10 – 15 лет, постепенно превращает растительное масло в доходную статью экспорта Казахстана. Однако, для дальнейшего развития масложировой промышленности республики, необходимо предпринять меры по обеспечению качества производимых растительных масел, которое должно соответствовать требованиям Технического регламента Таможенного Союза «О безопасности пищевой продукции» [2] и Национальным стандартах Республики Казахстан [1].

Целью настоящего исследования было изучение имеющихся внутренних ресурсов казахских предприятий, производящих растительные масла, для повышения эффективности системы контроля качества выпускаемой продукции. Для достижения поставленной цели были изучены факторы влияющие на эффективность системы контроля качества, действующие на предприятиях масложировой промышленности Казахстана.

Были проанализированы результаты внедрений систем управления качеством на ряде масло перерабатывающих заводах, а также изучены научные исследования казахских и зарубежных авторов, посвящённые особенностям внедрения систем управления качеством на предприятиях, производящих растительные масла.

В ходе исследования были выделены два фактора, влияющие на эффективность системы контроля качества производства растительного масла:

– вовлечение персонала предприятия в процесс управления качеством;

– совершенствование технологических процессов производства растительного масла.

Вовлечение персонала в процесс управления качеством позволяет использовать имеющиеся компетенции персонала при создании или изменении системы управления качеством. Использование внутренних ресурсов предприятия, к которым можно отнести компетенции персонала позволяет снизить издержки, связанные с привлечением сторонних специалистов для проведения аудита системы управления качеством, действующей или создаваемой на предприятии.

Совершенствование технологических процессов производства растительного масла позволяет не только повысить эффективность производства путём использования современных технологий, но и добиться стабильно высокого качества выпускаемой продукции, соответствующей требованиям, предъявляемым к растительным маслам международными стандартами. Для предприятий, выпускающих растительное масло особенно важным, является именно стабильность качества, которое достигается двумя способами: входным контролем качества сырья (семян) и строгим соблюдением технологии производства.

Таким образом, перед внедрением или изменением системы контроля качества на предприятиях, производящих растительные масла, необходимо провести анализ внутренних ресурсов, наличие которых позволит существенно удешевить весь проект внедрения.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Национальные стандарты Республики Казахстан (СТ РК)

[2] Технический регламент Таможенного Союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»

[3] Аристов, О.В. Управление качеством: Учебник / О.В. Аристов. - 2-е изд., перераб. и доп. М.: НИЦ Инфра-М, 2013. – 32 с.

[4] Березовая, С.С., Матусевич Е.Е. Внедрение систем управления безопасностью пищевых продуктов на основе принципов НАССР [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://qmsc.com.ua/index.php/publication/22-vnedrenie-haccp

[5] Дромашко, С.Е. Биологическая безопасность. Современные методические подходы к оценке качества пищевой, фармакологической и сельскохозяйственной продукции / под ред. С. Е. Дромашко. – Минск: Белорусская наука. 2015. – 219с.

[6] Кавкаева, Н.В. Основы экономики и технологии важнейших отраслей хозяйства М. - Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 215с.

[7] Кендюх Е.И. Обеспечение продовольственной безопасности страны на основе повышения конкурентоспособности АПК: теория, методология, практика (на материалах Республики Казахстан) дисс. док. эк. наук: 08.00.05 / Кендюх Евгений Иванович. – Краснообск, 2015. – 464с.

[8] Кулеш В. А. Формирование стратегического выбора предприятиями масложирового подкомплекса. дисс. кнд. эк. наук: 08.00.05 / Кулеш Виталий Алексеевич. – Саратов, 2016. – 227с.

[9] Медведева, З.М. Технология хранения и переработки продукции растениеводства: учеб. пособие / З.М. Медведева, Н.Н. Шипилин, С.А.Бабарыкина. – Новосибирск: ИЦ НГАУ Золотой колос, 2015. – 340с.

[10] Мурашова, Е.В. Практика внедрения и поверки средств измерений // Контроль качества продукции 2015 N1. – С.34–38.

[11] Рудяков П.Н. Процесс экологического проектирования продукции. Экологические принципы и программы в системе экологического менеджмента // Контроль качества продукции. – 2015 N6 С.61–62.

[12] Тураев Ш.А. Актуальные вопросы обеспечения безопасности и управления качеством растительного масла / Управление качеством образования, продукции и окружающей среды // Материалы 9-й Всероссийской научно-практической конференции. под ред. А.Г.Овчаренко. 2015. – С.144-146

[13] Тураев Ш.А., Бекмуродов Ч.А. Методы оптимизации состава средств измерений в управление качеством растительных масел / Управление качеством образования, продукции и окружающей среды // Материалы 9-й Всероссийской научно-практической конференции. под ред. А.Г.Овчаренко. 2015. – С.146-149

[14] Эванс, Д. Р. Управление качеством: учебное пособие / Джеймс Р. Эванс пер. с англ. под ред. Э. М. Короткова. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2015. – 671с.

[15] Яичкин В.Н., Живодерова С. П. Технохимический контроль сельскохозяйственного сырья и продуктов [Электронное издание] Оренбург: Оренбургский государственный аграрный университет, 2013. - 70с.

[16] Ященко С.М., Мельникова Ю.А., Бойченко В.И. Контроль и управление качеством при производстве растительных масел // Системный анализ и моделирование процессов управления качеством в инновационном развитии агропромышленного комплекса // Материалы II Международной научно-практической конференции. Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. – С.54-62

[17] Early R. Guide to Quality Management Systems for the Food Industry. – NY.: Springer Science & Business Media. 2012. – 308с.

[18] Food Stability Survey. Rutgers University. Food Science Dept. U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, 2015 [Электронный ресурс] Режим доступа:

[19] Puja Dudeja, Rajul K Gupta, Amarjeet Singh Minhas Food Safety in the 21st Century: Public Health Perspective. Boston: Academic Press. – 2016. – 624с.

[20] Walter E. Farr, Andrew Proctor Green Vegetable Oil Processing: Revsied First Edition. Illinois: AOCS.2013. – 302с.

Мухаметов А.Е., Даутканова Д.Р., Ербулекова М.Т.

Өсімдік майын өндіру өнеркәсіптерінде тағам өнімдері сапа менеджмент жүйесін ендіру

Түйіндеме: Қазіргі кезде сапаны басқаруда өзекті мәселелердің бірегейі тағам өнімдерінің сапасын қамтамасыз ету болып табылады. Өсімдік майы көптеген тағамдарға ингредиент болып қолданылатындықтан өсімдік майы өндірісін экономиканың стратегиялық саласы ретінде қарастыруға болады. Қазақстан халқын қажетті мөлшерде сапалы өсімдік майымен қамтамасыз ету елдің азық – түліктік қауіпсіздігіне әсер етеді.

Соңғы 10- 15 жылда Қазақстан Республикасы ауылшаруашылық саласының даму үрдісін есепке ала отырып және оның ел ішінде өсімдік майларын қолданумен салыстыратын болсақ, қазірге кезде Қазақстан өзін өсімдік текті маймен толықтай қамтамасыз етіп отырғанын байқауға болады. Осыған сәйкес майлы тұқымдастар өндірісінің ары қарай өсімі экспорт көлемін арттырумен байланысты, Республика үкіметі бекіткен 2030 жылға дейін мерзімде Қазақстан Республикасы ауыл шаруашылығын дамыту бағдарламасына сәйкес алдағы жылдарда қайта өңдеу саласында өндіріс көлемі, соның ішінде өсімдік майы өндірісі көлемінің артуы күтілуде. Осыған байланысты Қазақстан Республикасы өсімдік майын өндіру кәсіпорындарында тағам өнімдерінің сапа менеджменті жүйесін енгізу тәжірибесін зерттеу өзекті болып табылады.

Кілт сөздер: сапаны басқару, өсімдік майы сапасы.

Mukhametov A.Y., Dautkanova D.R., Yerbulekova M.T.

Management system implementation of food products quality at the vegetable oils production factories

Abstract: Now the most highlighted issue of quality management is the food quality supply. Vegetable oils are used as ingredients of very many food therefore vegetable oils production can be considered as strategic branch of economy. Providing the population of Kazakhstan with qualitative vegetable oils in sufficient volumes exerts impact on food security of the country.

Considering rates of the agricultural branch development of the Republic Kazakhstan for the last 10 – 15 years and comparing them with consumption of vegetable fats within the country, it is easy to notice that now Kazakhstan completely provides itself with phytogenesis oils. Therefore, further increase in production of oily cultures is connected with export volumes accumulation, and in view the agriculture development program of the Republic Kazakhstan until 2030 approved by the Government of the Republic it becomes obvious that in the next years it is necessary to expect increase in the production of processing industry, including production of vegetable oils. In these conditions the research of experience the quality management system introduction on food products at the factories for vegetable oils production in the Republic of Kazakhstan becomes relevant.

Keywords: quality management, vegetable oils quality.

ӘӨЖ: 004.896

[1]Г.К. Бердибаева, [1]К.А. Ожикенов, [2]О. Н. Бодин, [3]Х.Р. Шындали
([1]Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, Horli@mail.ru
[2]Пенза мемлекеттік университеті, Пенза, Ресей
[3]Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы)

ДАУЫС КОМАНДАЛАРЫН ТАНУ ЖҮЙЕЛЕРІНЕ АРНАЛҒАН СӨЙЛЕУ СИГНАЛДАРЫН АЛДЫН-АЛА ӨҢДЕУ

Андатпа. Мақалада жасанды нейрондық желілерді қолдануға негізделген дауысты тану жүйелеріне арналған сөйлеу сигналдарын алдын ала өңдеу қарастырылады. Алдын-ала өңдеу, кіріс деректерге едәуір сезімталдығын арттыратын нейрондық жүйенің кірісіне түсетін деректердің көлемін азайту мақсатымен, тілдің фонетикалық транскрипциясына сәйкес, дыбыстық сигналды сегментациялауға негізделген. Өңдеу үрдісінде сандық әдістерді пайдалану дыбыстық сигналдың сегменттеуіне акустикалық шудың әсерін азайтады, бұл классификация жүргізілетін аудандарды неғұрлым нақты анықтауға мүмкіндік береді. Сөйлеу сигналының құраушыларға бөліну моделінің нәтижиесі келтірілген, яғни, дыбыстық хабарламаның классификациясы жүзеге асатын фонемдерді бөлу.

Түйінді сөздер - дыбыстық басқару, дыбысты тану, меншікті мәндер, жасанды нейрондық желі.

Кіріспе. Техниканы дауыспен басқару жүйесі ондаған жылдар бойы зерттеудің үлкен саласы болып табылады, себебі оларды қолдану аясы шексіз: тұрмыстық техникалардан бастап арнайы мақсаттағы жүйелерге дейін қолданылады. Өкінішке орай, оларды тәжірибе жүзінде таралуы , сөйлеудің автоматты тану сенімділігінің, қарқынды сыртқы акустикалық кедергі жағдайларында, жеткілікті түрде жоғары болмауымен қазіргі күнге дейін шектеліп тұр.

Мысалы, Google-дың сөйлеуді тану жүйесі бұлт технологияларына негізделген. Дауыстық командалар мен сұраулар бұлт жүйесінде танылуы үшін беріледі, содан кейін танылған күйде түрлі аспаптар мен құрылғыларға жіберіледі [1,2]. Осындай жүйенің жұмыс істеу принципі Apple құрылғыларында іске асырылатын Siri-дыбыс тану технологиясына ұқсас[3]. Microsoft корпорациясы, стандартты іздеу жүйесін алмастыра алтын және «Іздеу» батырмасын басу арқылы шақырылатын, ”Cortana” жасанды интеллект элементтері бар, виртуалды дауыстық көмекшісін шығарды[4]. Қажетті сұрауды қолмен басып шығаруға немесе дауыспен орнатуға болады. Ол Bing жүйесінде, Foursquare және пайдаланушының жеке файлдары арасынан іздеу нәтижелеріне негізделген қажетті ақпаратты табады. Бұл жүйенің жетіспеушілігі - орыс тілінде қолжетімді болмауы.

Қазақстанда дербес сөйлеу сигналдарын тану жүйесінің (ССТЖ) жоқтығы түпкі тұтынушылардышетелдегі өңдеулерге тәуелді және шетелде сақталатын мәліметтер қорына қол жеткізу үшін тұрақты Интернет байланысын қажет етеді. Бұл осы ресурстарға қол жетімділікті шектеу қатерің тудырады, сондықтан осы факторларға әсер етпейтін ССТЖ құру қажеттілігі туындайды.

Отандық ССТЖ-ның түпкілікті тұтынушыларқатарына техникамен қарым-қатынасты жеңілдетуді қажет ететін, сондай-ақ мүмкіндігі шектеулі адамдар жатады.

Жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, әр түрлі құрылғыларды, механизмдерді, сондай-ақ виртуалды объектілерді басқару үшін дауысты пайдалануға мүмкіндік беретін аппаратты- бағдарламалық қамтамасыз етудің әзірлеуі маңызды болып табылады. Сонымен қатар, дыбыс командаларын тану мәселесін шешу дыбыстық басқару жүйесінің негізгі элементі және жасанды интеллектді зерттеудегі ең жоғары басымдықтардың бірі болып табылады.Дауысты басқару процесі келесі негізгі әрекеттерді қамтиды:

- дербес компьютердің микрофоны мен дыбыстық картасы арқылы жүзеге асырылатын дауыс командасын тіркеу;
- дауыс командасын командалық дешифратор көмегімен өңдеу және тану;
- дауыс командасын атқарушы механизм көмегімен орындау.

Кеңейтілген компьютерлік модельдеу технологияларын қолдану арқылы жасанды нейрондық жүйе аппаратының негізінде кіріс деректерін алдын-ала өңдеу арқылы дауыс командаларын тану мәселесі үшін сөйлеу сигналдарын автоматты түрде сегменттеудің дәлдігін жақсартуға болады.

Бастапқы деректерді алдын-ала өңдеу сатысында бірқатар тапсырмалар туындайды:

- сөйлеу сигналының жалпы сипаттамаларын ғана қолдану, себебі әдетте осы кезеңде сөйлеу сөзінің мазмұны туралы нақты ақпарат жоқ;

- оқшауланған сөздермен ғана емес, тұтас баяндамамен де жұмыс істеу;
- сөйлеу сигналын жазғанда немесе байланыс арналарында болған сыртқы шуылға төзімділік;
- бірінші түрдегі қателіктер деңгейі (сегменттер шекараларының жалпы санына қолмен таңбалаудың нәтижелері бойынша жеткіліксіз жарамды шекаралардың саны) 20% -дан аспайды.

Осы мақаланың мақсаты жасанды нейрондық желілердің аппаратына негізделген дыбыс командаларын тану жүйелеріне арналған сөйлеу сигналдарын алдын-ала өңдеуді зерттеу болып табылады.

Теория.Қазіргі уақытта сөйлеу командаларын тану жүйелерінің нарығы бағдарламалық жасақтама, саны аз, өндірушілерімен ұсынылған. Сөйлеу сигналдарын танудың белгілі әдістері бірнеше кемшіліктерге ие:

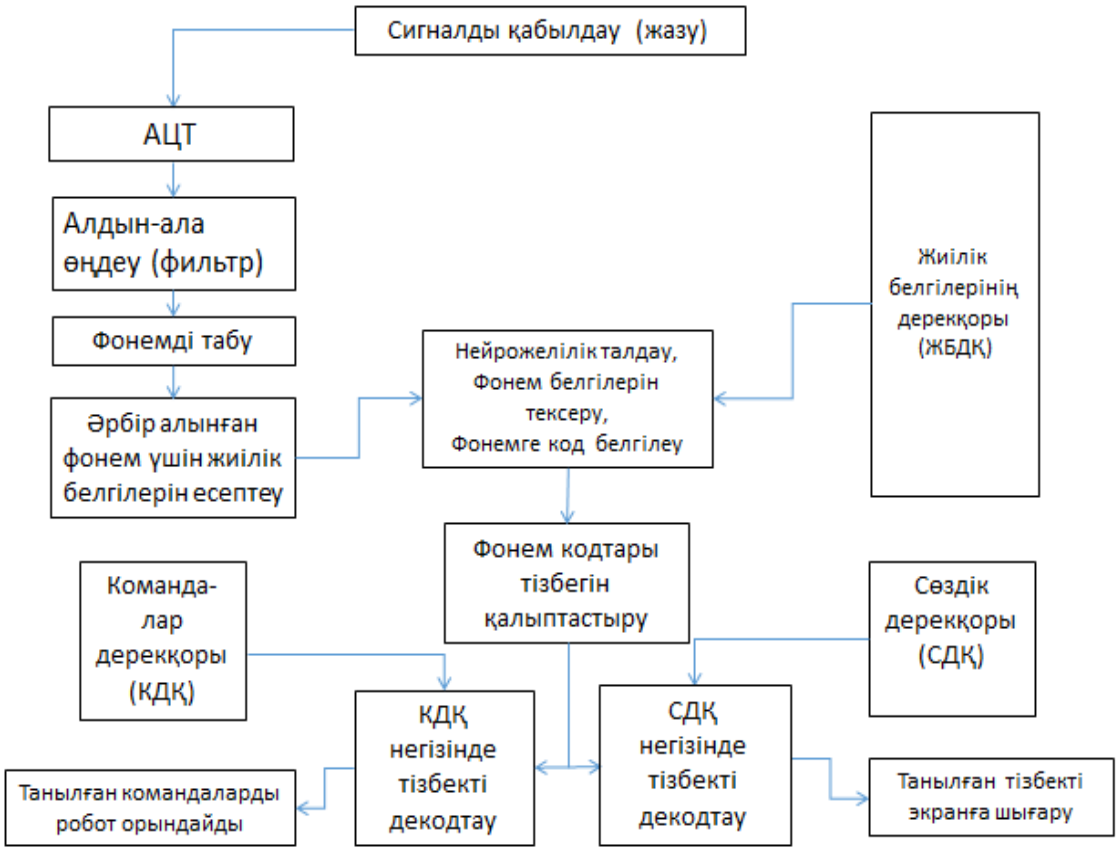
-жоғары шу тәуелділігі, нәтижесінде фонеманы анықтау ықтималдығы, демек, оны тану едәуір азаяды [5];

- сөйлеу сигналдарын тану әдісі кездейсоқ факторларға тәуелді, әсіресе түрлі параметрлердің көп санын салыстыру негізінде.

Автоматты сөйлеу жүйелерінде ең маңызды міндеттердің бірі - тілдің фонетикалық транскрипциясына сәйкес сегменттеу міндеті. Осылайша, дауысты тану міндеті үшін, дыбыстың ерекшелігі, сөйлеу сигналының белгілі бір сегменттерінде есептелуі керек.

Автоматты сөйлеуді тану мәселесін шешуде алдын-ала сегменттеу қажет. Сегменттің дәлдігі, айтарлықтай дәрежеде, сөйлеуді автоматты танудың сенімділігін анықтайды. Зерттеу жүйелерінде және алдын-ала әзірлеу сатысында автоматтандырылған белгілерге баламалы түрде қолмен сегменттеу мүмкін. Дегенмен, тәжірибелі лингвисттердің болуын, сондай-ақ сөздермен тұтас баяндамада үзілістердің болмауына және коорикуляцияға байланысты күшпен уақытты айтарлықтай жұмсауды талап етеді. Коартикуляция үрдісі дәйекті дыбыстардың шекарасында жүреді, бұл сөзді дұрыс қабылдау мен түсінуді айтарлықтай жеңілдетеді, бірақ сегменттердің шекараларын табуды қиындатады. Бұдан басқа, адамның аудио және визуалды қабылдау субъективтілігіне байланысты қолмен сегменттеудің нәтижелерін дәл өндіру мүмкін емес. Осындай қиындықтар автоматты сегменттеуден туындамайды, бұл қатесіз болмағанымен, бірақ орындалатын нәтижелер береді [6].

Осылайша, айтылған факторларға аз ұшырайтын, сенімді ССТЖ жетілдіру мақсаты туып тұр. Мұндай келесі түрде ұсынылуы мүмкін:



1-сурет. Ұсынылғансөйлеу сигналдарын тану жүйесінің құрылымдық схемасы

Сөйлеу сегменттациялау алгоритмдерінің бірнеше түрі бар. Фраза туралы алдын-ала ақпарат пайдаланбайтын, ал сегменттердің шекаралары сигналдың акустикалық сипаттамаларының өзгеру дәрежесімен анықталатын алгоритмді қарастырайық. Бұл тәсілдің кемшіліктерінің бірі - акустикалық кедергілердің маңызды әсері. Сондықтан алдын ала өңдеу сатысында сөйлеу сигналының сегменттелуіне шудың әсерін азайтатын әдістерді қолдану қажет.

Шудың дыбыс тануына әсерін азайту тәсілі ретінде, автокорреляция матрицасының өздік мәндерін немесе деректер матрицаларының бірін талдауға негізделген өздік мәннің ыдырау әдісін пайдалану ұсынылады [7].

Бұл әдіс, басқа параметрлік әдістерге, әсіресе сигналдың шуылға төмен қатынасына қарағанда, жиілік тығыздығы жоғары синусоидтарды немесе басқа тар диапазондағы спектральды компоненттерді ажыратуға қабілетсіз болғанда, жақсы ажыратымдылық пен параметрді бағалау сипаттамаларын қамтамасыз етеді.

Автокорреляция матрицасының меншікті сандарға ыдырау әдісі, өздігінен мәндерін талдау кезінде екі векторлық субпозицияларға, сигналдың ішкі кеңістігіне және шудың ішкі кеңістігіне бөлінгендіктен, шуылдағы сигналдардың параметрлерін өлшеу міндетіне сәйкес келеді.

М кешенді синусоидтерден тұратын автокорреляция тізбегі (АКТ) төмендегідей сипатталады

$$r_{xx}[k]=\sum_{i=1}^{M}P_i\exp(j2\pi f_i k\Delta t)+\rho_\omega\delta[k]$$

онда Pj- i-ші синус толқынының қуаты, а-ақ шудың дисперсиясы болып табылады.

Тёплицеваның автокорреляционы *(p+1)×(p+1)* - ақ шу кезінде күрделі синусоиды жағдайда матрица мынадай құрылымға ие:

$$R_p=\sum_{i=1}^{M}P_i s_i s_i^H+\rho_\omega I$$

онда i - бірлік (p + 1) × (p + 1) - матрица, а-сигналдың p + 1 өлшемдегі векторы , ол i-синусоидты жиілігі туралы ақпарат береді. Rp матрицасы Sp сигналының автокорреляция матрицасы және автокорреляция шу матрицасының Wp соммасы ретінде қарастыруға болады:

$$R_p=S_p+W_p,$$

Онда $S_p=\sum_{i=1}^{M}P_i s_i s_i^H$, $W_p=\rho_\omega I$.

Сигнал матрицасының келесі меншікті мәндері бойынша ыдырауы болады:

$$S_p=\sum_{i=1}^{p+1}\lambda_i v_i v_i^H$$

Мұндағы λ_i – меншікті мәндер, v_i – меншікті векторлары, және $\lambda_1\geq\lambda_2>\ldots>\lambda_{\rho+I}$ [4].

Автокорреляция матрицасының өзіндік мәндеріне ыдырауы спектралдық бағалауды немесе дәлірек айтқанда, жиіліктік бағалау тәсілдерін жетілдіру үшін пайдаланылуы мүмкін. Сигналдың ішкі кеңістігінің жеке векторларына сәйкес келетін ақпараттың сақталуы сигналдан шуыл қатынасын көбейтеді, өйткені ол шудың ішкі кеңістігінің құрамдас бөліктерінің күштерін жояды.

Ақ шудың гармоникалық компоненті үшін байқалатын үдеріс

$$y_n=x_n+\omega_n=-\sum_{m=1}^{2p}a_m x_{n-m}+\omega_n$$

матрицалық жазба келесі формамен жабдықталған:

$$R_{yy}A=\sigma_w^2 A. \qquad (1)$$

Бұл өрнек - бұл шудың ауытқуы σ_w^2 автокорреляция матрицасының Ryy-дің өзіндік мәні болып табылатын процестің тән теңдеуі, АРСС-параметрлік векторының ағыны А- бұл өздік мәнмен байланысқан σ_w^2 меншікті вектор, автокорреляция функциясының мәні белгілі болғанда АРСС- параметрлерін анықтауға мүмкіндік береді.

Бұл теңдеу өздігінен кеңейту процедурасының негізін құрайды және автокорреляция функциясының 2p + 1 маңызы белгілі болғанда, ақ шуыл болған кезде нақты синусын толқындарының нақты жиіліктері мен қуаттарын анықтауға мүмкіндік береді. Автокорреляция функциясының мәндері белгілі болғандықтан, әр синусоиданың фазасы туралы ақпарат жоғалады.

Өзіндік векторларды және олардың сәйкес келетін мәндерін тапқаннан кейін, полиномия коэффициенттері анықталады

$$z^{2p} + a_1 z^{2p-1} + \ldots + a_{2p-1} z + a_{2p} = 0. \qquad (2)$$

Полином түбірлері $z_i = \exp(j2\pi f_i \Delta t)$ синусойда жиілігін орнатады.

$$f_i = arctg\left[\frac{\operatorname{Im} z_i}{\operatorname{Re} z_i}\right] \cdot \frac{1}{2\pi\Delta t}.$$

А-ға арналған полиномның (2) түбірлеріндегі жиіліктерді анықтағаннан кейін, біз синусоидтың қуатын анықтай аламыз. Ryy (1) мен Ryy (p) аралығындағы автокорреляция функциясының мәндері матрицалық түрде жазылуы мүмкін

онда FP = r.

$$F = \begin{bmatrix} \cos(2\pi f_1 \Delta t) & \cdots & \cos(2\pi f_p \Delta t) \\ \vdots & & \vdots \\ \cos(2\pi f_1 p \Delta t) & \cdots & \cos(2\pi f_p p \Delta t) \end{bmatrix}$$

$$P = \begin{bmatrix} P_1 \\ \vdots \\ P_p \end{bmatrix} \quad r = \begin{bmatrix} Ryy(1) \\ \vdots \\ Ryy(p) \end{bmatrix}.$$

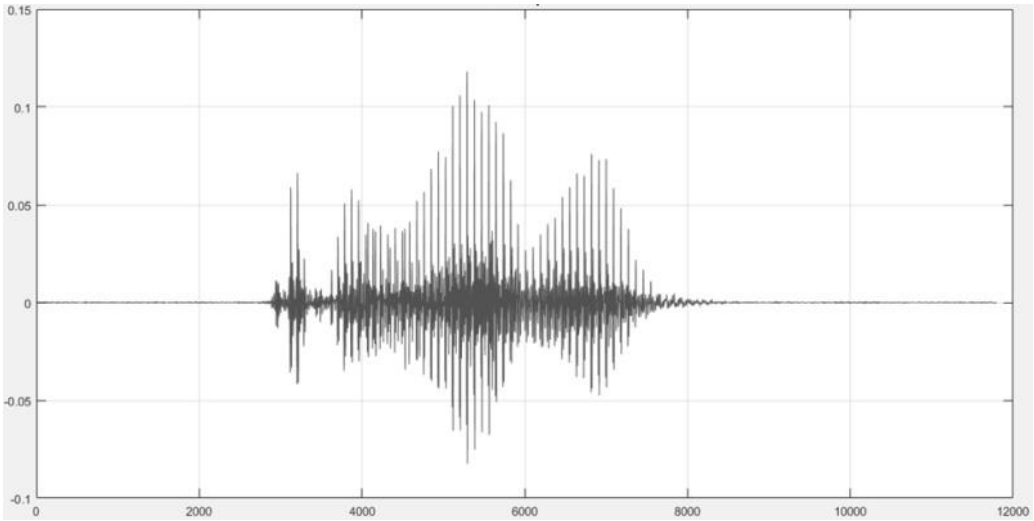
Ғ матрицасы синусоидтардың жиілігіне тәуелді, олар полином түбірлерін табумен анықталады (2). (3) теңдеу жүйесін Р векторына қатысты шешу арқылы синусоида қуаттары анықталады.

Әлбетте, бұл әдіс тербелістердің параметрлерін бағалау мәселесін шешу үшін ең қолайлы, өйткені ол сигналдардың физикалық параметрлерін қарастыруға дейін жетеді және сонымен бірге ақпараттың сигнал мен шудың ішкі кеңістігіне бөлінуіне байланысты шудың әсерін жояды.

Зерттеу нәтижелері.Цифрланған дауыстық хабарламаның нейрондық желінің кірісіне тікелей жіберу үшін деректер жиынтығы тым үлкен болғандықтан, осы деректерді көлемін азайту, сондай-ақ олардың классификациясы жасалатын аймақтарды анықтау үшін алдын-ала өңдеу қажет .

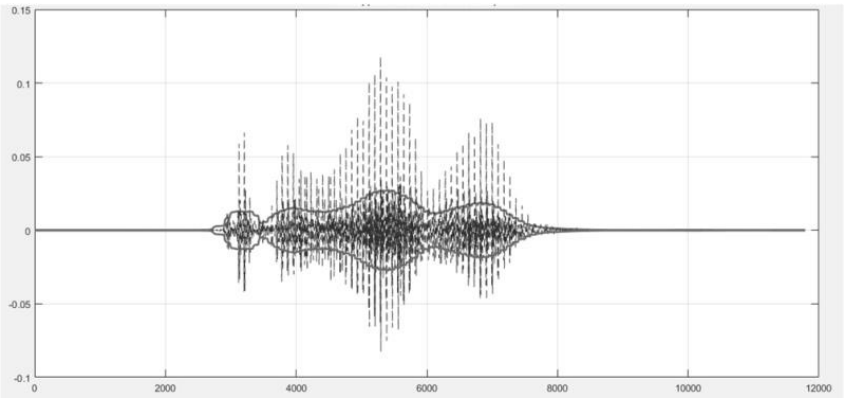
Бұл тәсілді іске асыру үшін дауыстық хабарлама компоненттерге бөлінеді - фонемалар, оның көмегімен сигнал деңгейін өсу және кему шыңдарын таңдауға болады. Алдын ала өңдеу функциясы MATLAB жүйесінде аналитикалық сигналдың мәнінен кіріс тізбегінің жоғарғы және төменгі шегін қайтаратын функцияның конвертін *envelope( )* пайдаланып орындалады. Аналитикалық сигнал дискретті Фурье және Гильберт түрлендіруі арқылы анықталады. Бұл функция алдымен орташа мәнді жояды, содан кейін максималды және ең аз мәндерді есептеуден кейін оны кері қосады [8].

Бастапқы сөйлеу сигналы, 8 кГц-де «цифрландырылған»



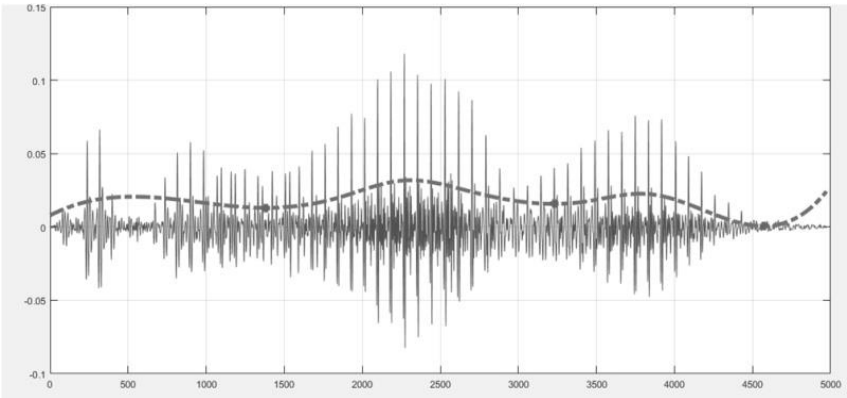
2-сурет. «Право» сөзі

Авторларға фонемдерді анықтау үшін сөйлеу сигналының «жанамасын» пайдалану ұсынылады. Бірінші жанама сөйлеу сигналының rms мәндеріне орнатылады. Төмендегідей функцияны пайдалану арқылы*envelope(nsignal,ceil(length(nsignal)/27.2),'rms');*біз 3-суретте көрсетілген сөйлеу сигналының жанамасын аламыз.



3-сурет. Орташа квадраттық мәндер бойынша жанама

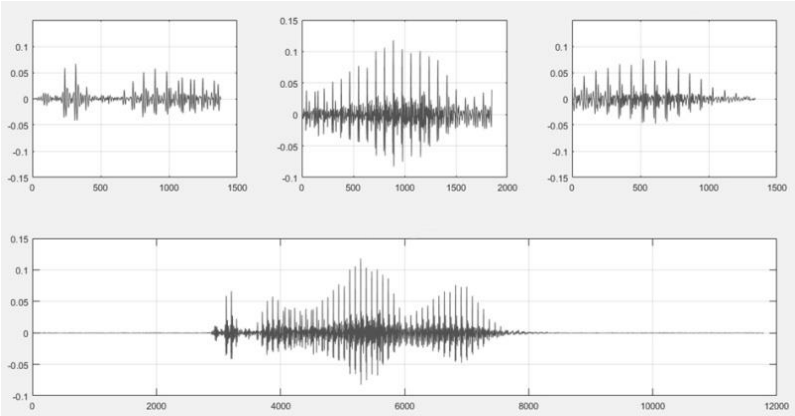
Содан кейін біз бұрын алынған жанаманың шыңдарынан салынған екінші конвертті табамыз. Төмендегідей функцияны пайдалану арқылы*envelope(up,ceil(length(nsignal)/12.2),'peak');*біз 4-суретте көрсетілген сөйлеу сигналының жанамасын аламыз.



4-сурет. Шыңдары бойынша жанама

4-суретте нүктелер бөліктерге бөлінетін координаттарды көрсетеді, яғни, дауыстық хабарлама жіктелетін фонемдерді бөлу.

Дауыстық хабарламаны фонемалық компоненттерге бөлу бағдарламасының мысалы, сурет. 5.



5-сурет. Фонемді бөлу бағдарламасы мысалы

Нәтижелерді талдау.Ұсынылған трансформация нәтижесінде фонемдерге бөлінген кіріс дауыстық хабарламасы нейрондық желіге арналған кіріс дерек болады. Бұл тәсіл, белгілі тәсілмен, яғни, кіріс дауыстық хабарламаны тікелей енгізумен салыстырғанда нейрондық желінің сезімталдығын айтарлық-

тай жақсартады. Ұсынылған тәсілде енгізу реті ғана емес, сонымен қатар фонемдер саны да талданады,бұл тілдік танудың міндетін жеңілдетеді, демек, тілдік тану уақытын азайтады, сондай-ақ кіріс хабарламаның қай класка жататының анықтау дәлдігін жақсартады.

Сөйлеу фонемаларын тану мәселесі жіктеу мәселесіне ұқсас, сондықтан деректерді жіктеуге арналған нейрондық желілер, мәселені шешу үшін ең қолайлы. Мұндай нейрондық желілердің бірі Кохонен желісі [9], ол деректердегі кластерлерді тани алады, сондай-ақ кластардың жақындығын орната алады. Осылайша, нейрондық желілік модельді нақтылау үшін деректер құрылымын түсінуді жақсартуға болады. Егер кластар деректерде танылса, онда олар белгіленуі мүмкін, содан кейін желі жіктеу мәселелерін шеше алады. Кохонен желісі, сонымен қатар кластар анықталған классификациялық тапсырмаларда да пайдаланылуы мүмкін, ондай жағдайда желінің түрлі кластар арасындағы ұқсастығын анықтай алатын артықшылығы болады.

Біздің жағдайда нейрондық желіге сегменттелген дауыстық хабарлама келіп түседі, ал нейрондық желі қандай фонема қандай ласка тиесілі екендігін анықтау керек.

Қорытынды.Дауыстыпен басқаруға арналған сөйлеуді танудың заманауи құралдарын талдау , қазіргі уақытта осы салада бұлтты технологиялар пайдаланылатындығын көрсетті, бұл тұрақты Интернет байланысын қажет етеді. Нәтижесінде сөйлеу сигналдарын танудың автономды жүйесін құру қазіргі таңда өзекті мәселе болып табылады.

Дауыспен басқару жүйелерін құру кезінде авторлар ұсынған тәсіл, шу компонентін жою және олардың кейінгі нейрондық желілерді талдау, сөйлеу сигналдарын сегменттеудің сандық әдістерін қолдану арқылы, сөйлеу нұсқауларын тану сенімділігін арттырады. Бұл нейрондық желі, сөйлеу командаларының нейрондық желіге тікелей кірумен салыстырғанда, кіріс деректеріне деген сезімталдықты арттырады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] https://ru.wikipedia.org/wiki/Google_Now

[2] Schuster M. Speech Recognition for Mobile Devices at Google// LNCS. 2010. Vol. 6230. P. 8–10.

[3] https://ru.wikipedia.org/wiki/Siri

[4] https://ru.wikipedia.org/wiki/Кортана_(голосовая_ помощница)

[5] Савченко В.В. Метод фонетического декодирования слов в задаче автоматического распознавания речи // Изв. вузов России. Радиоэлектроника. 2009. Вып. 5. С. 41-49

[6] О.А. Вишнякова, Д.Н. Лавров Алгоритм фонемной сегментации на основе анализа скорости изменения энергии дискретного вейвлет-преобразования / Информационные технологии. – 2011. – №4. – С. 146-152.

[7] Козлов, В. В. Определение параметров гармонических сигналов в условиях действия шумов и помех на основе метода разложения сигнала на собственные числа / В. В. Козлов // Современные проблемы науки и образования (электронный журнал). – 2013. – № 6. – URL: http://www.science-education.ru/113-10860.

[8] Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов – СПб: Питер, 2003. –604с.

[9] Медведев В.С., Потемкин В.Г. Нейронные сети. MATLAB 6 /Под общ. ред. В. Г. Потемкина. – М.: Диалог-МИФИ,2002. – 496с.

[10] Pat. US 8175883 B2, Int. C1 G10L21/00 (2006.01). Speech recognition system and method / Invertor: Grant R., Gregor P. // Assignee: Nuance Communications Inc. – Pub. Date08.05.2012.

[11] Савченко В.В. Распознавание речевых команд методом фонетического декодирования слов с подавлением фонового шума / Информационные технологии. – 2016. – №1. – С. 76-80.

[12] Мясникова, Н. В. Использование метода Прони для анализа сейсмических сигналов идущего человека / Н. В. Мясникова, В. А. Дудкин // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки, 2009. – N 4 (12).

[13] Furui, S. 50 years of progress in speech and speaker recognition / S. Furui // Proceedings of SPECOM’2005, Patras, Greece, 2005

[14] Fujimoto, M. Evaluation of noisy speech recognition based on noise reduction and acoustic model adaptation on the AURORA2 tasks / M. Fujimoto, Y. Ariki // Proceedings of ICSLP’2002, Denver, USA, 2002.

[15] Creutz, M. Unsupervised discovery of morphemes / M. Creutz, K. Lagus. // Proceedings of ACL/SIGPHON’2002

[16] Шелепов, В.Ю. К проблеме пофонемного распознавания / В.Ю. Шелепов, В.Ю. Ниценко // Искусственный интеллект. - 2005. - № 4.

Бердибаева Г.К., Ожикенов К.А., Бодин О.Н., Шындали Х.Р.

Предварительная обработка речевых сигналов для систем распознавания голосовых команд

Резюме. Рассматривается предварительная обработка речевых сигналов для систем распознавания голосовых команд основанная на использовании аппарата искусственных нейронных сетей. В основу предварительной обработки положена сегментация речевого сигнала в соответствии с фонетической транскрипцией языка, с

целью уменьшения объема данных подаваемых на вход нейронной сети, что значительно улучшает ее восприимчивость к входным данным. Использование численных методов в процессе обработки позволит уменьшить влияние акустического шума на сегментацию речевого сигнала, что позволит более точно выявлять участки, по которым будет производиться классификация. Представлены результаты моделирования разбиения речевого сигнала на составляющие, т.е. выделение фонем по которым будет происходить классификация голосового сообщения.

Ключевые слова. голосовое управление, распознавание речи, собственные числа, искусственная нейронная сеть.

Berdibaeva G.K., Ozhikenov K.A., Bodin O. N., Shyndali H.R.

Primary processing of voice signals to identify voice commands

Summary . The article describes primary processing of voice signals to identify voice commands based on the use of artificial neural networks. The segmentation preprocessing is put as a basis of voice signal according to a phonetic transcription of language, in order to reduce the amount of data supplied to the entry of the neural network, which considerably improves its input data responsivity. Digital techniques application in processing will reduce acoustic noise impact on the speech signal segmentation, which will more accurately identify the areas of classification. The simulation results of the speech signal splitting into components are provided, i.e. the selection of phonemes with the classification of audio messages.

Keywords: voice control, speech recognition, eigenvalues, artificial neural network.

УДК 517.977.55

Z.N. Murzabekov, K.B. Tussupova
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: murzabekov-zein@mail.ru, kamshat-0707@mail.ru)

EFFECTIVE CONTROL SOLUTION OF THE PROBLEM FOR NONLINEAR MODEL OF THREE-SECTOR ECONOMIC CLUSTER AT THE TERMINAL TIME INTERVAL

Abstract. The problem of effective control at the terminal time interval is set for the mathematical model of a three-sector economic cluster. In this paper, an effective control problem for a class of nonlinear systems with control constraints is considered. A nonlinear control based on the principle of feedback is found considering control constraints, which depends on system's state and a current time. The results obtained for nonlinear systems are used to project control parameters for the mathematical model of a three-sector economic cluster. Optimal distribution of labor and investment resources are determined for the reviewed example in the paper, that satisfy the balance ratios. The example illustrates the use of proposed control method for a nonlinear system.

Key words: effective control problem, three-sector economic cluster, Lagrange multiplier method, nonlinear system, quadratic functional.

З.Н. Мурзабеков, К.Б. Тусупова
(Казахский национальный университет им. аль – Фараби, Алматы, Республика Казахстан
E-mail: murzabekov-zein@mail.ru, kamshat-0707@mail.ru)

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ НЕЛИНЕЙНОЙ МОДЕЛИ ТРЕХСЕКТОРНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО КЛАСТЕРА НА КОНЕЧНОМ ИНТЕРВАЛЕ ВРЕМЕНИ

Аннотация. Для математической модели трехсекторного экономического кластера ставится задача оптимального управления на конечном интервале времени. В работе рассмотрена задача оптимального управления для одного класса нелинейных систем с ограничениями на управления. Найдено нелинейное управление, основанное на принципе обратной связи с учетом ограничений на управление, которое зависит от состояния системы и текущего момента времени. Полученные результаты для нелинейных систем, используются при конструировании управляющих параметров для математической модели трехсекторного экономического кластера. Для рассматриваемого примера определены оптимальное распределение трудовых и инвестиционных ресурсов, которые удовлетворяют балансовым соотношениям. Приведенный пример иллюстрирует использование предлагаемого метода управления нелинейной системы.

Ключевые слова: задача оптимального управления, трехсекторный экономический кластер, метод множителей Лагранжа, нелинейная система, квадратичный функционал.

Экономический кластер представляет собой группу взаимосвязанных организаций, инфраструктур, производителей, поставщиков, научно-исследовательских институтов, университетов и т. д. сосредоточенных на определенной территории, дополняющих друг друга и укрепляющих конкурентные преимущества отдельных компаний и кластера в целом. Аспекты структуры и функционирования кластеров были вначале изучены в работах М. Э. Портера [1]. Трехсекторная экономическая модель и необходимые условия для оптимального сбалансированного роста экономики приведены в работе В. А. Колемаева [2]. В фундаментальном труде С.М. Асеева и др. [3] приводятся основы математической теории оптимального управления динамическими системами на бесконечном интервале времени с использованием принципа максимума Понтрягина и в качестве примера рассмотрена двухсекторная модель оптимального экономического роста.

В настоящей работе, в отличие от работ, упомянутых выше, рассматривается задача оптимального управления на конечном интервале времени. Предлагается использовать подход, основанный на достаточных условиях оптимальности с использованием множителей Лагранжа специального вида, что позволяет представить искомое управление в виде синтезирующего управления, зависящего от состояния нелинейной системы и текущего момента времени. Кроме того, этот метод дает возможность учесть имеющиеся ограничения на значения управлений. Следует подчеркнуть, что здесь рассматривается задача оптимального управления для трехсекторного экономического кластера, в котором изменяются доли трудовых и инвестиционных ресурсов для всех трех секторов экономики.

Трехсекторная экономическая модель кластера.

Рассмотрим задачу оптимального управления для экономической модели кластера, состоящей из трех секторов: $i=0$ (материальный сектор), $i=1$ (фондосоздающий сектор), $i=2$ (потребительский сектор). Предполагается, что в каждом секторе производится свой агрегированный продукт: в материальном секторе – предметы труда (топливо, электроэнергия, сырье и другие материалы); в фондосоздающем секторе – средства труда (машины, оборудование, производственные здания, сооружения и т.д.); в потребительском секторе – предметы потребления.

Рассматриваемая математическая модель состоит из [2]:

а) трех функций удельного выпуска типа Кобба – Дугласа:

$$x_i = \theta_i A_i k_i^{\alpha_i}, \quad A_i > 0, \quad 0 < \alpha_i < 1, \quad (i = 0, 1, 2), \tag{1}$$

б) трех дифференциальных уравнений, описывающих динамику фондовооруженностей:

$$\dot{k}_i = -\lambda_i k_i + (s_i / \theta_i) x_1, \quad k_i(0) = k_i^0, \quad \lambda_i > 0, \quad (i = 0, 1, 2), \tag{2}$$

в) трех балансовых соотношений:

$$s_0 + s_1 + s_2 = 1, \quad s_0 \ge 0, \quad s_1 \ge 0, \quad s_2 \ge 0, \tag{3}$$

$$\theta_0 + \theta_1 + \theta_2 = 1, \quad \theta_0 \ge 0, \quad \theta_1 \ge 0, \quad \theta_2 \ge 0, \tag{4}$$

$$(1-\beta_0)x_0 = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2, \quad \beta_0 \ge 0, \quad \beta_1 \ge 0, \quad \beta_2 \ge 0. \tag{5}$$

Здесь состояние экономической системы (фондовооруженность) описывается вектором (k_0, k_1, k_2), а $(s_0, s_1, s_2, \theta_0, \theta_1, \theta_2)$ – вектор управлений (s_0, s_1, s_2) – доли секторов в распределении инвестиционных ресурсов, $(\theta_0, \theta_1, \theta_2)$ – доли секторов в распределении трудовых ресурсов); x_i – удельный выпуск (количество выпускаемой продукции в i-м секторе в расчете на одного работающего); β_i – прямые материальные затраты при выпуске продукции в i-м секторе; i = 0,1,2. Начальное состояние системы равно (k_0^0, k_1^0, k_2^0), где $k_i^0 = k_i(0)$ – фондовооруженность i-го сектора $(i = 0, 1, 2)$ при $t = 0$. Рассматривается задача перевода нелинейной системы из начального состояния в состояние (k_0^0, k_1^0, k_2^0) за интервал времени $[0, T]$. В качестве желаемого конечного состояния (k_0^*, k_1^*, k_2^*) выбирается состояние равновесия системы, которое определяется путем приравнивания к нулю правых частей дифференциальных уравнений (2):

$$k_1^* = \left(\frac{s_1 A_1}{\lambda_1}\right)^{\frac{1}{1-\alpha_1}}, \quad k_0^* = \frac{s_0 \theta_1 A_1 (k_1^*)^{\alpha_1}}{\lambda_0 \theta_0}, \quad k_2^* = \frac{s_2 \theta_1 A_1 (k_1^*)^{\alpha_1}}{\lambda_2 \theta_2}. \tag{6}$$

Значения фондовооруженностей k_i^* $(i = 0, 1, 2)$ в состоянии равновесия (6) зависят от управлений $(s_0, s_1, s_2, \theta_0, \theta_1, \theta_2)$, для которых в работе [4] получены стационарные значения

$(s_0^*, s_1^*, s_2^*, \theta_0^*, \theta_1^*, \theta_2^*)$, решая задачу нелинейного программирования с целью максимизации удельного потребления: $x_2 \to \max$.

Постановка задачи с ограниченным управлением.

Запишем систему дифференциальных уравнений (2) в векторной форме

$$\dot{y}(t) = Ay(t) + BD(y(t))u(t), \quad y(0) = y_0, \quad t \in [0, T], \tag{7}$$

используя следующие обозначения:

$$y_1 = k_1, \ y_2 = k_2, \ y_3 = k_0, \ u_1 = s_1, \ u_2 = \frac{s_2\theta_1}{\theta_2}, \ u_3 = \frac{s_0\theta_1}{\theta_0},$$

$$f_1(y_1) = k_1^{\alpha_1}, \ f_2(y_2) = k_2^{\alpha_2}, \ f_3(y_3) = k_0^{\alpha_0},$$

$$A = \begin{pmatrix} -\lambda_1 & 0 & 0 \\ 0 & -\lambda_2 & 0 \\ 0 & 0 & -\lambda_0 \end{pmatrix}, \ B = \begin{pmatrix} A_1 & 0 & 0 \\ 0 & A_1 & 0 \\ 0 & 0 & A_1 \end{pmatrix}, \quad D(y) = \begin{pmatrix} y_1^{\alpha_1} & 0 & 0 \\ 0 & y_1^{\alpha_1} & 0 \\ 0 & 0 & y_1^{\alpha_1} \end{pmatrix}. \tag{8}$$

Здесь $y = (y_1, y_2, y_3)^*$ означает вектор состояния объекта, $u = (u_1, u_2, u_3)^*$ означает вектор управления. Заданы начальное и конечное состояния системы:

$$y(0) = y^0, \quad y(T) = y_c. \tag{9}$$

Отметим, что желаемое конечное состояние системы $y(T) = y_c$ является равновесным состоянием, в котором максимизируется удельное потребление и обеспечивается сбалансированный рост секторов экономики. Компоненты вектора управления $u = (u_1, u_2, u_3)^*$ удовлетворяют заданным двусторонним ограничениям следующего вида:

$$0 < \gamma_1 \le u_1 \le \gamma_2 < 1, \quad 0 < \gamma_1 \le u_2 \le \gamma_2 < 1, \quad 0 < \gamma_1 \le u_3 \le \gamma_2 < 1,$$

которые получаются из исходных ограничений (3)-(5).

Следует отметить, что критерии управляемости были получены в работах Дж. Кламке для нелинейных систем [5] и для дискретных систем в работе [6]. Исследования устойчивости нелинейные систем вида (7) были выполнены А.П. Афанасьевым и др. [7] и С.М. Лобановом и др. [8]. М.Г. Дмитриев и др. [9] исследуют оптимальную стабилизацию этих систем на бесконечном временном интервале. В.Н. Афанасьев и П.В. Орлов [10] рассматривают класс нелинейных систем, для которых существует координатное представление (диффеоморфизм), преобразующее исходную систему в систему с линейной частью и нелинейной обратной связью. Вопросы теории параметрического регулирования экономики и ее применение для стимулирования производственных кластеров рассмотрены в работе Ашимова А.А. и др. [11]. В работах [12] - [15] рассмотрены задачи оптимального управления с применением множителей Лагранжа для технических систем и линеаризованной системы экономического кластера.

Ставится задача. Требуется найти синтезирующее управление $u(y,t)$, которое переводит систему (7) из заданного начального состояния $y(0) = y^0$ в желаемое состояние равновесия y_s за интервал времени $[0, T]$, минимизируя при этом функционал

$$J(u) = \frac{1}{2}\int_0^T [(y(t) - y_s)^* Q(y(t) - y_s) + (D(y)u(t) - D_s u_s)^* R(D(y)u(t) - D_s u_s)]\,dt + \\ + \frac{1}{2}(y(T) - y_s)^* F(y(T) - y_s), \tag{10}$$

где Q – положительно полуопределенная $(n \times n)$-матрица, а R, F, $D(y)$ – положительно определенные матрицы размерности $(n \times n)$, $D_s = D(y_s)$.

Решение задачи с ограниченным управлением.

Для решения поставленной задачи прибавим к выражению для функционала (10) систему дифференциальных уравнений (7) с множителем $\lambda = K(t)(y - y_s) + q(t)$, а также следующее выражение:

$$\lambda_1^*(t)D^*(y)RD(y)[\gamma_1-u(t)]+\lambda_2^*(t)D^*(y)RD(y)[u(t)-\gamma_2]+\lambda_3^*(t)[y(t)-y_s-W(t,T)q(t)], \quad (11)$$

где $\lambda_1(t)\ge 0,\ \lambda_2(t)\ge 0$. В результате получим следующий функционал:

$$\begin{aligned} L(y,u)=\int_{t_0}^{T}\{&\frac{1}{2}(y-y_s)^*Q(y-y_s)+\frac{1}{2}(D(y)u-D_su_s)^*R(D(y)u-D_su_s)+\\ &+(K(t)(y-y_s)+q(t))^*(A(y-y_s)+B(D(y)u-D_su_s)-\dot{y})+\\ &+\lambda_1^*(t)D^*(y)RD(y)[\gamma_1-u(t)]+\lambda_2^*(t)D^*(y)RD(y)[u(t)-\gamma_2]+\\ &+\lambda_3^*(t)[y(t)-y_s-W(t,T)q(t)]\}dt+\frac{1}{2}(y(T)-y_s)^*F(y(T)-y_s), \end{aligned} \quad (12)$$

где $q(t)$ – вектор размерности $(n\times 1)$; $K(t)$ – симметрическая положительно определенная матрица размерности $(n\times n)$.

Для рассматриваемой задачи принцип освобождения от связей состоит в следующем: исходная задача оптимального управления с ограничениями сводится к другой задаче, но уже без ограничений. При этом новая задача формулируется так, чтобы ее решение являлось бы решением первоначальной задачи [13, 14].

Введем в рассмотрение следующие функции:

$$v(y,t)=\frac{1}{2}(y-y_s)^*K(t)(y-y_s)+(y-y_s)^*q(t), \qquad \frac{\partial v}{\partial y}=K(t)(y-y_s)+q(t), \quad (13)$$

$$\begin{aligned} M(y,u,t)=&\frac{1}{2}(y-y_s)^*[Q+\dot{K}(t)](y-y_s)+\frac{1}{2}(D(y)u-D_su_s)^*R(D(y)u-D_su_s)+\\ &+(K(t)(y-y_s)+q(t))^*(A(y-y_s)+B(D(y)u-D_su_s))+(y-y_s)\dot{q}(t)+\\ &+\lambda_1^*(t)D^*(y)RD(y)[\gamma_1-u(t)]+\lambda_2^*(t)D^*(y)RD(y)[u(t)-\gamma_2]+\lambda_3^*(t)[y(t)-y_s-W(t,T)q(t)]. \end{aligned} \quad (14)$$

Тогда справедливо следующее представление функционала (12)

$$L(y,u)=v(y_0,t_0)+\int_{t_0}^{T}M(y,u,t)dt-v(y(T),T)+\frac{1}{2}(y(T)-y_s)^*F(y(T)-y_s). \quad (15)$$

Искомое управление определяется из соотношения

$$D(y)u-D_su_s=-R^{-1}B^*(K(t)(y-y_s)+q(t))-D(y)(\lambda_2-\lambda_1), \quad (16)$$

где матрицы $K(t),\ W(t,T)$ и вектор $q(t)$ удовлетворяют в интервале $t\in[t_0,T]$ дифференциальным уравнениям:

$$\dot{K}+KA+A^*K-KBR^{-1}B^*K+Q=0,\ K(T)=K_T, \quad (17)$$

$$\dot{W}=WA_1^*(t)+A_1(t)W-B_1,\quad W(T,T)=(F-K_T)^{-1},\quad , \quad (18)$$

$$\dot{q}=-A_1^*(t)q+W^{-1}(t,T)BD\varphi(y,t),\quad q(T)=(F-K(T))[y(T)-y_s]. \quad (19)$$

Здесь использованы следующие обозначения:

$$A_1(t)=A-BR^{-1}B^*K(t),\quad B_1=BR^{-1}B^*,\quad \varphi(y,t)=[\lambda_1(y,t)-\lambda_2(y,t)], \quad (20)$$

$$\begin{aligned} &\lambda_1(x,t)=\max\{0;\gamma_1-\omega(y,t)\}\ge 0,\quad \lambda_2(y,t)=\max\{0;\omega(y,t)-\gamma_2\}\ge 0,\\ &\omega(y,t)=D^{-1}(y)[D_su_s-R^{-1}(t)B^*(t)(K(t)(y-y_s)+q(t))]. \end{aligned} \quad (21)$$

Пусть существуют решения уравнений (17), (18), тогда дифференциальные уравнения, определяющие закон движения системы, представим в следующем виде:

$$\dot{y}=A_1(t)(y(t)-y_s)-B_1q(t)+BD(y)\varphi(y,t),\quad y(t_0)=y_0. \quad (22)$$

Отметим, что начальное условие для дифференциального уравнения (19) определяется из следующего соотношения:

$$y(t)-y_s=W(t,T)q(t),\quad t\in[t_0,T]. \quad (23)$$

Результаты, установленные для задачи оптимального управления (7) - (10), сформулируем в виде следующего утверждения.

Теорема. Пусть Q – положительно полуопределенная матрица, а R, F, $D(y)$ – положительно определенные матрицы в интервале $t_0 \le t \le T$; матрица $W_0 = W(t_0, T)$ – положительно определена. Предположим, что система (7) является вполне управляемой в момент времени t_0. Тогда для оптимальности пары $(y(t), u(t))$ в задаче (7)-(10), необходимо и достаточно, чтобы:

1) $y(t)$ удовлетворяла дифференциальному уравнению

$$\dot{y} = A_1(t)(y(t) - y_s) - B_1 q(t) + BD(y)\varphi(y,t), \quad y(t_0) = y_0; \tag{24}$$

2) управление $u(t)$ определяется следующим образом:

$$u(y,t) = D^{-1}(y)[D_s u_s - R^{-1}B^*(K(t)(y - y_s) + q(t))] + \varphi(y,t). \tag{25}$$

Матрицы $K(t), W(t,T)$ являются решениями уравнений (17) и (18), функция $q(t)$ удовлетворяет дифференциальному уравнению (19), вектор-функция $\varphi(y(t), t)$ определяется по формуле (20).

Алгоритм решения задачи

Опишем удобный для реализации на компьютере алгоритм решения задачи оптимального управления (7)-(10).

1. Проинтегрировать систему дифференциальных уравнений (17) и (18) для определения матриц $K(t)$ и $W(t,T)$ в интервале $[t_0, T]$ с условиями $K(T) = K_T$ и $W(T,T) = (F - K_T)^{-1}$.

Отметить, что K_T – произвольная симметричная положительно определенная $(n \times n)$ – матрица. При задании различных конечных условий $K(T) = K_T$ для матричного дифференциального уравнения (17) получаем различные матрицы $K(t)$ и $W(t,T)$. Однако при этом получается одна и та же вектор-функция $u(t)$ вида (25). При вычислении вектор – функции $q(t)$ по формуле (19) происходит компенсация влияния матрицы $K(t)$.

2. Задать условия $y(t_0) = y_0$, $y(T) = y_c$ и вычислить $q(t_0) = W^{-1}(t_0, T)(y(t_0) - y_c)$.

3. Проинтегрировать систему дифференциальных уравнений (22), (19) в интервале $[t_0, T]$ при начальных условиях $y(t_0) = y_0$, $q(t_0) = W^{-1}(t_0, T)(y(t_0) - y_c)$. В процессе интегрирования системы (22) и (19) на печать необходимо выдать график оптимальной траектории $y(t)$ и оптимального управления $u(t)$.

4. Пусть найдено состояние системы $y(t)$ и оптимальное управление $u(t)$, тогда

$$f_i(y_i) = (y_i)^{\alpha_i}, \quad v = \frac{\beta_1 A_1 f_1(y_1) + \beta_2 A_2 f_2(y_2)\dfrac{(1-u_1)}{u_2}}{(1-\beta_0)A_0 f_3(y_3)\dfrac{(1-u_1)}{u_3} + \beta_2 A_2 f_2(y_2)\dfrac{(1-u_1)}{u_2}} \tag{26}$$

обеспечивают выполнение условия (5);

$$s_1 = u_1, \quad s_2 = (1-v)(1-u_1), \quad s_0 = v(1-u_1) \tag{27}$$

обеспечивают выполнение условия (3);

$$\theta_1 = \frac{1}{1 + \dfrac{s_0}{u_3} + \dfrac{s_2}{u_2}}, \quad \theta_2 = \frac{(1-v)(1-s_1)\theta_1}{u_2}, \quad \theta_0 = \frac{v(1-s_1)\theta_1}{u_3} \tag{28}$$

обеспечивают выполнение условия (4).

Численные расчеты для определения оптимального распределения трудовых и инвестиционных ресурсов

Были проведены численные расчеты на компьютере при следующих значениях параметров (таблица 1):

Таблица 1. **Значения параметров для трехсекторной экономической модели**

i	α_i	β_i	λ_i	A_i	s_i^*	θ_i^*	k_i^*
0	0.46	0.39	0.05	6.19	0.2763	0.3944	966.4430
1	0.68	0.29	0.05	1.35	0.4476	0.2562	2410.1455
2	0.49	0.52	0.05	2.71	0.2761	0.3494	1090.1238

Решается задача оптимального управления для значений начального состояния системы $y(t_0)$, которые заданы в следующем виде:

$$y(t_0) = (-700,\ -300,\ 300)^*, \tag{29}$$

а матрицы $Q(t)$, $R(t)$ и K_T имеют вид:

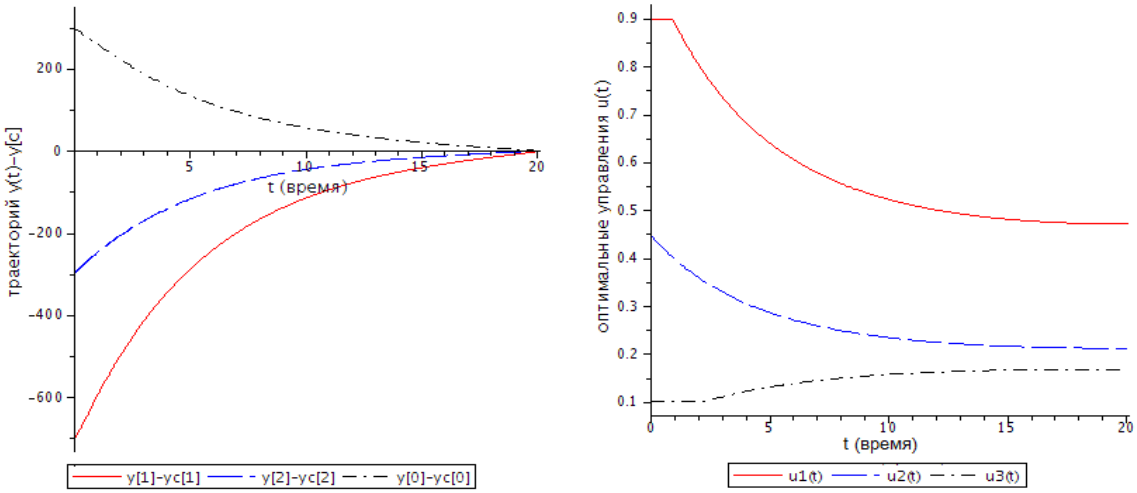
$$R = \begin{pmatrix} 8100^{-1} & 0 & 0 \\ 0 & 1600^{-1} & 0 \\ 0 & 0 & 1250^{-1} \end{pmatrix},\quad Q = \begin{pmatrix} 0.02\cdot 10^{-4} & 0 & 0 \\ 0 & 0.11\cdot 10^{-4} & 0 \\ 0 & 0 & 0.11\cdot 10^{-4} \end{pmatrix},\quad K_T = \begin{pmatrix} 0.08\cdot 10^{-4} & 0 & 0 \\ 0 & 0.47\cdot 10^{-4} & 0 \\ 0 & 0 & 0.51\cdot 10^{-4} \end{pmatrix}.$$

Результаты расчетов состояния системы представлены на рисунке 1(а). Из рисунка 1(б) видно, что оптимальные управления не выходят за пределы области U, определяемой ограничениями. Для рассматриваемого примера эти ограничения имеют вид:

$$0.1 \le u_i \le 0.9, \quad (i = 1,\ 2,\ 3). \tag{30}$$

Здесь компоненты управления $u_1(t)$ и $u_3(t)$ лежит на границе области U в интервале времени $[0, t_1]$ и $[0, t_2]$ соответственно, затем при $t \in (t_1, T]$, $t \in (t_2, T]$ заходят во внутрь области U. Переключение управлений происходит в момент времени $t_1 = 0.637$ для компонента $u_1(t)$, а для $u_3(t)$ при $t_2 = 2.234$.

Используя формулы (26)-(28) определены оптимальное распределение трудовых $(\theta_1(t), \theta_2(t), \theta_3(t))$ и инвестиционных ресурсов $(s_1(t), s_2(t), s_3(t))$. На рисунке 2 показаны изменения ресурсов, которые удовлетворяют балансовым соотношениям (3)-(5).



а) б)

Рис.1. Графики траекторий $y(t) - y_s$ и оптимального управления

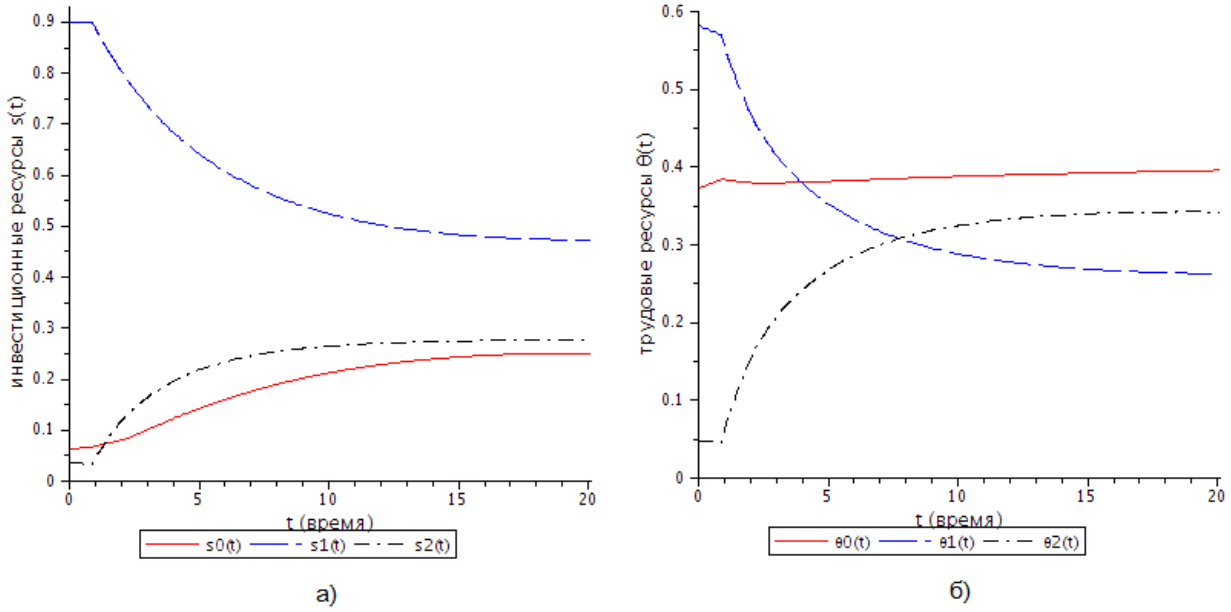


Рис.2. Графики оптимального распределения инвестиционных и трудовых ресурсов для балансовых соотношений (3) - (5).

Заключение

Предложен новый подход построения синтезирующего управления, основанного по принципу обратной связи, приводящего динамическую систему в требуемое состояние за конечное время при наличии ограничений на управления и состояния системы. Задача решена с использованием множителей Лагранжа, зависящих от фазовых координат и времени. За счет выбора множителя $K(t)(y-y_c)+q(t)$ удается построить оптимальное управление по принципу обратной связи, а затем выбираются управляющие параметры (26)-(28) таким образом, чтобы были выполнены алгебраические условия на управления и состояния системы.

На рисунках 1 и 2 показаны оптимальные траектории и управления, удовлетворяющие заданным ограничениям.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Портер М. Конкуренция, – Пер. с англ.: – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 608 с.

[2] Колемаев В.А. Оптимальный сбалансированный рост открытой трехсекторной экономики // Прикладная эконометрика. – 2008. – № 11(3). – С. 15–42.

[3] Асеев С.М., Бесов К.О., Кряжимский А.В. Задачи оптимального управления на бесконечном интервале времени в экономике //Успехи математических наук. – 2012. – Т. 67, – № 2(404). – С. 3-64.

[4] Murzabekov Z., Milosz M. and Tussupova K. Modeling and optimization of the production cluster // Proceedings of 36th International Conference on Information Systems and Architecture and Technology – ISAT-2015 / Part II, Advances in Intelligent Systems and Computing. – Karpacz, 2016. – P. 99–108.

[5] Klamk J. Constrained controllability of dynamics systems // International Journal of Applied Mathematics and Computer Science. –1999. – № 9(2). – P. 231–244.

[6] Klamk J. Controllability of nonlinear discrete systems // International Journal of Applied Mathematics and Computer Science. –2002. –№ 12(2). – P. 173–180.

[7] Афанасьев А.П., Дзюба С.М., Емельянова И.И. Оптимальное управление с обратной связью одним классом нелинейных систем по квадратичному критерию // Вестник ТГУ. – 2015. – № 20(5). – С. 1024-1033.

[8] Лобанов С.М., Затылкин В. В., Малонга О. Ш. Построение оптимального управления одним классом нелинейных систем по квадратичному критерию // Вестник ВГУИТ. – 2012. – № 3. – С. 54-58.

[9] Дмитриев М. Г., Макаров Д. А. Гладкий нелинейный регулятор в слабо нелинейной системе управления с коэффициентами, зависящими от состояния // Труды ИСА РАН. – 2014. – № 64(4). – С. 53-58.

[10] Афанасьев В. Н., Орлов П. В. Субоптимальное управление нелинейным объектом, линеаризуемым обратной связью // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2011. – № 3. – С. 13-22.

[11] Ashimov A.A., Adilov Zh., Alshanov R., Borovskiy Yu. And Sultanov B. The theory of Parametric control of macroeconomic systems and its applications (II) // Advances in Systems Science and Applications. – 2014. – № 14(2). – P. 101–128.

[12] Murzabekov Z.N. The synthesis of the proportional-differential regulators for the systems with fixed ends of trajectories under two-sided constraints on control values // Asian Journal of Control. – 2016. – № 18(2). – P. 494–501.

[13] Murzabekov Z., Milosz M. and Tussupova K. The optimal control problem with fixed-end trajectories for a three-sector economic model of a cluster //10th International scientific conferences on research and applications in the field of intelligent information and database systems, ACIIDS 2018. – Dong Hoi City, – P. 382–391.

[14] Мурзабеков З.Н. Достаточные условия оптимальности динамических систем управления с закрепленными концами // Математический журнал. – 2004. – № 12(2). – С. 52–59.

[15] Aipanov Sh. A. and Murzabekov Z. N. Analytical solution of a linear quadratic optimal control problem with control value constraints // Journal of Computer and Systems Sciences International. – 2014. – № 53(1). – P. 84–91.

Мурзабеков З.Н., Тусупова К.Б.

Шектеулі уақыт аралығындағы үш секторлы экономикалық кластердің бейсызықты моделі үшін тиімді басқару есебін шешу

Түйіндеме. Мақалада басқару параметрлеріне шектеу қойылғандағы бейсызықты жүйеглердің бір класына арналған тімді басқару есебі қарастырылған. Жүйенің күйі мен ағымдағы уақыттан тәуелді кері байланыс қағидасына негізделген бейсызықты басқару табылды. Осы әдісті қолдана отырып 1 – 2 суреттерде көрсетілгендей, берілген шектеулерді қанағаттандыратын тиімді басқару мен траекториялар алынды.

Кілттік сөздер: тиімді басқару есебі, үш секторлы экономикалық кластер, Лагранж көбейткіштер әдісі, бейсызықты жүйе, квадраттық функционал.

Murzabekov Z.N., Tussupova K.B.

Effective control solution of the problem for nonlinear model of three-sector economic cluster at the terminal time interval

Summary. In this paper, we consider an effective control problem for a class of nonlinear systems with control constraints. A nonlinear control based on the principle of feedback is found considering control constraints, which depends on system's state and a current time. The optimal trajectories and controls that satisfy the given constraints are given in Fig. 1-2.

Key words: effective control problem, three-sector economic cluster, Lagrange multiplier method, nonlinear system, quadratic functional.

МРНТИ 29.01.29, 28.17.23, 29.01.45

[1,2]Y.A. Daineko, [1]M.T. Ipalakova, [1]T.T. Chinibayeva, [1]Y.G. Chinibayev, [1]Zh.Zh. Bolatov
([1] International University of Information Technologies,
[2] Institute of Applied Sciences and Information Technologies,
Almaty, Kazakhstan
*E-mail: yevgeniyadaineko@gmail.com)

USING CAPABILITIES OF AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY TO STUDY PHYSICS

Abstract. The article focuses on the review and analysis of the software market in education processes. Methods of using augmented reality applications in class are revised. As a result, ready for use augmented reality application for studiyng physics at school.

Keywords: augmented reality, education, Unity 3D, NyaARTOOLKIT, multilingual space.

Е.А. Дайнеко[1,2], М.Т. Ипалакова[1], Т.Т.Чинибаева[1], Е.Г.Чинибаев[1], Ж.Ж. Болатов[1]
([1]Международный университет информационных технологий,
[2]Институт прикладных наук и информационных технологий,
Алматы, Казахстан
*E-mail: yevgeniyadaineko@gmail.com)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКИ

Аннотация. В статье приводится обзор и анализ рынка программного обеспечения, используемого в сфере образования. Рассматриваются вопросы усвоения учебного материала с применением технологии дополненной реальности. Разработано приложение с использованием технологии дополненной реальности для изучения физики в средних учебных заведениях.

Ключевые слова: дополненная реальность, образование, *Unity 3D, NyaARTOOLKIT*, полиязычность.

Введение

Современные технологии не стоят на месте: уже сейчас термин «дополненная реальность» (Augmented Reality, AR) не является фантастикой. Дополненная реальность (ДР) способна изменить способы познания современного мира и сделать их более удобными и интерактивными. AR-технологии стремительно развиваются, сферы применения этой технологии достаточно обширны: медицина, образование, сфера государственных услуг и т.д., но в настоящее время они используются в основном в рекламе и маркетинге. Развитие технологии дополненной реальности опережает ее внедрение в различные сферы жизни, несмотря на то что она имеет большой потенциал.

Известно, что человеческий мозг более склонен к обработке визуальных образов, чем простого текста. На эту тему существует множество исследований [1, 2], в которых показано, что технологии дополненной реальности в сфере образования обогащают визуальное и контекстуальное обучение, улучшая содержательность информации. Если при прослушивании лекций в кратковременной памяти удерживается 25% информации, то при визуальном обучении – 80%. В связи с этим, можно отметить, что применение обучающих систем с элементами дополненной реальности на любом уровне образования положительно повлияет на процессы изучения и понимания материала обучающимися.

Приведем некоторые примеры зарубежного опыта применения приложений ДР. В 2006 году студент Массачусетского технологического института (MIT) разработал игру «Оживляя революцию» (Reliving the Revolution), демонстрирующую знаменитую историческую битву при Лексингтоне – одно из первых вооруженных столкновений между войсками Великобритании и колонистами в Америке [3]. Преследуемой целью была популяризация истории США среди школьников и студентов. В ходе игры участники должны были выяснить, кто сделал первый выстрел в Лексингтоне. Для этого игроки исследуют историческую местность Лексингтонской общины, на которой все еще находятся некоторые постройки и сооружения 18 века. Для поиска информации и виртуальных объектов используются карты, открытые на мобильных компьютерах, при помощи которых можно найти интерактивные точки на местности. В этих точках появляются виртуальные объекты, например, мушкеты, справки о постройках или исторические персоналии. Благодаря этим точкам участники узнают что-то о ходе событий Американской революции.

В другом игровом проекте Массачусетского технического института реальное положение на местности объединяется с виртуальным сценарием. Например, игра Environmental Detectives (2007) (экологические детективы) предлагает игрокам найти источник утечки токсичных материалов, ориентируясь по карте в мобильном приложении [4]. В приложении хранится информация о типах загрязнений и угрозах, которые они несут человеку и природе. Важно отметить, что игра позволила связать школы и университеты: студенты были разработчиками приложения, а школьники – игроками.

Два вышеописанных игровых приложения работают при помощи получения GPS координат, а слой ДР воспроизводится преимущественно в текстовом формате или же в формате изображений. Подобный способ ассоциирования ДР с физическим окружением не требует больших затрат ресурсов, но в то же время не может предложить качественной визуализации. Данная особенность ранних приложений ДР объяснятся низким уровнем производительности мобильных компьютеров (Handheld PC).

В ходе анализа программ для изучения азбуки выяснилось, что приложений с поддержкой русского языка не так много, и для них необходимо приобретать дополнительные печатные материалы (таблица 1).

Таблиц 1. **Сравнительный анализ приложений для изучения азбуки**

	AR Flashcards - Animal Alphabet	Devar Kids	“Живая азбука 3D”	“Новое решение”	Maths Teach-AR	fetch! Lunch Rush	AR Flashcards
стоимость полной версии, тг.	бесплатно	бесплатно	бесплатно	бесплатно	2000	бесплатно	1500
встроенные покупки	-	+	-	+	-	-	-
необходимо купить дополнительно печатный материал	-	+	+	-	-	-	-

возраст, лет	до 5	4+	до 5	до 5	12+	6-8	до 5
звуковой помощник	-	-	+	+	-	+	-
поддержка русского языка	-	+	+	+	-	-	-

Программы для изучения математики, в которых используется технология дополненной реальности, не разнообразны. Для них не требуется покупать дополнительный печатный материал, однако такие приложения ориентированы исключительно на англоязычную аудиторию.

Исходя из результатов анализа существующих обучающих приложений с дополненной реальностью можно сделать вывод, что для успешного усвоения того или иного предмета предпочтительно разработать адаптированный программный продукт. Особенно это касается предметных областей, где требуется использование лабораторий, в частности это относится к химии и физике [5-10]. В связи с этим в Международном университете информационных технологий на кафедре «Компьютерная инженерия и телекоммуникации» авторами было разработано обучающее приложение, которое предоставляет доступ к набору практических заданий по физике с элементами дополненной реальности для средних образовательных учреждений.

Виртуальная лаборатория с применением дополненной реальности

В результате выполнения работы в Международном университете информационных технологий на кафедре «Компьютерная инженерия и телекоммуникации» с помощью технологий дополненной реальности было разработано приложение, позволяющее изучать физические явления, превращая обучение в познавательную игру. Данное приложение отвечает всем современным требованиям к приложениям подобного класса, имеет простой и эффективный дизайн, дружественный интерфейс, а также обеспечивает реализацию большого набора сложных эффектов. Одной из отличительных особенностей предлагаемого приложения является его полиязычность. Пользователю предоставляется возможность выбора казахского, русского или английского языка взаимодействия с приложением. На рисунке 1 отображено главное окно разработанного приложения с интерфейсом на английском языке.

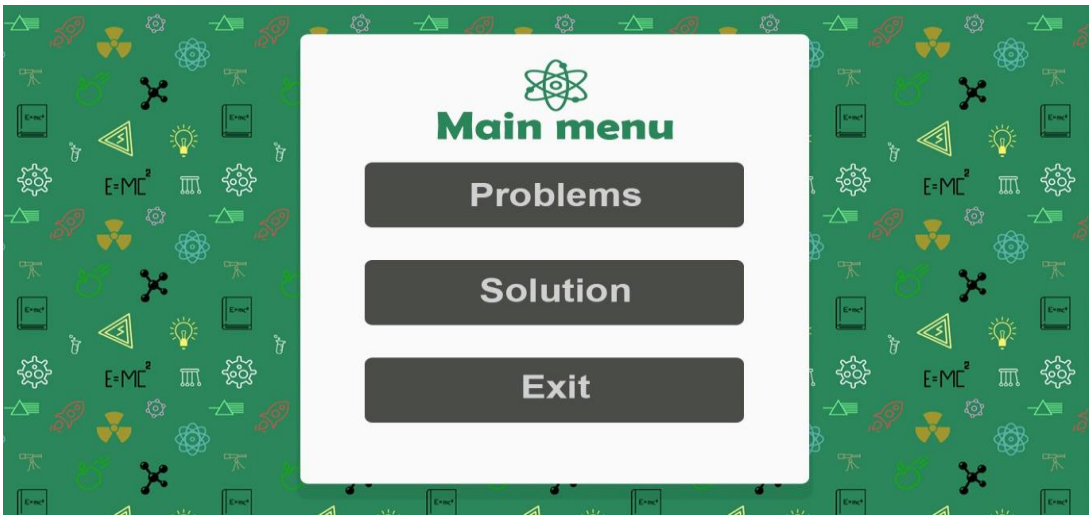


Рис. 1. Главное окно разработанного приложения с интерфейсом на английском языке

Для каждого задания была разработана отдельная 3D модель и реализован физический движок, просчитывающий взаимодействие объектов модели, которые в сочетании привели к очень хорошему моделированию объектов реального мира. Модели были созданы при использовании Blender, а основной функционал был написан на C#(.NET). На рисунке 2 отображена 3D сцена типовой задачи из раздела механика.

Для разработки использовалась свободная реализация библиотеки для создания дополненной реальности NyaARTOOLKIT и игровой движок Unity 3D. Разработанная программа с помощью веб-камеры анализирует входящий видео поток, распознает соответствующий маркер и дополняет необходимый объект.

Разработанный физический эксперимент, изучающий оптические явления, приведен на рисунке 3.

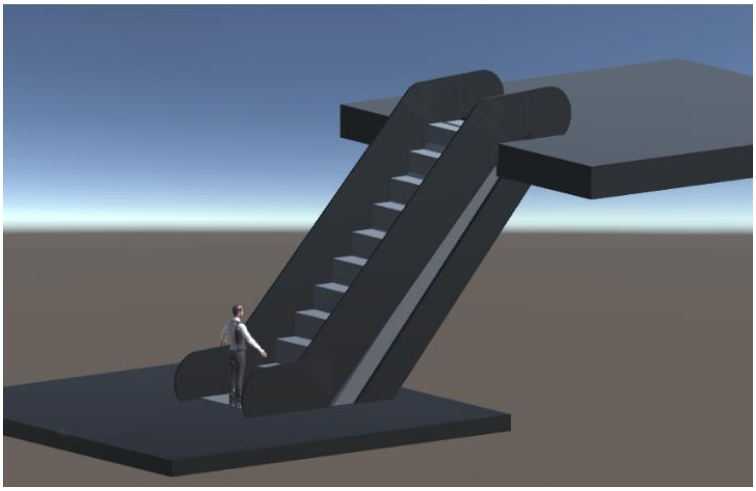


Рис. 2. 3D сцена типовой задачи из раздела механика

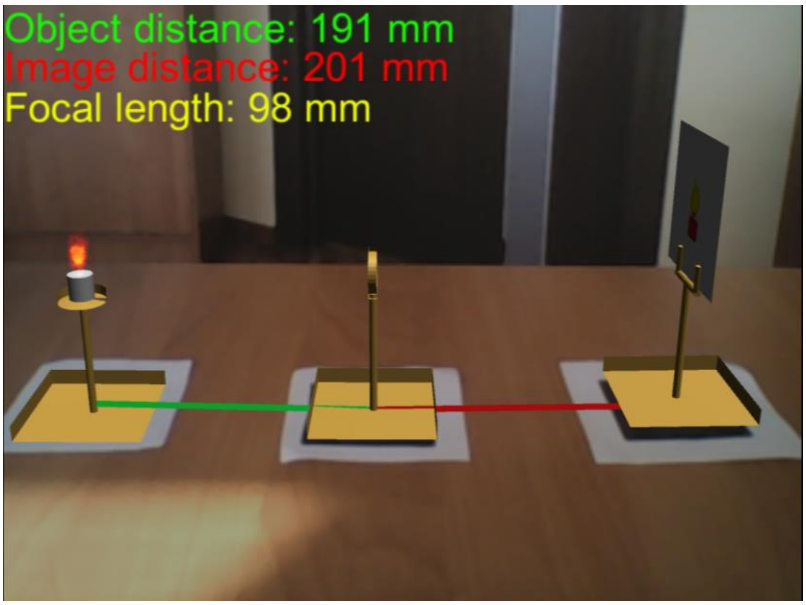


Рис. 3. Получение дополненной сцены изображения тонкой линзы

При наведении веб-камеры компьютера, смартфона или планшета на специально созданные маркеры (рисунок 4), приложение показывает горящую свечу, собирающую линзу и изображение на экране.

а) маркер для получения свечи б) маркер для получения линзы в) маркер для получения изображения

Рис. 4. Маркеры для построения изображений

При изменении расстояний между объектом и линзой или изображением и линзой изменяются размеры изображения. При этом на экране отображаются соответствующие расстояния. Пользователю предоставляется возможность изучить процесс построения изображений, проверить уравнение тонкой линзы и самостоятельно провести расчет по определению увеличения полученного изображения.

Заключение

Многие зарубежные исследователи называют технологии ДР одним из главных трендов образования в ближайшее десятилетие, поэтому отечественные ВУЗы и школы не должны оставаться в стороне [11-16]. На сегодняшний день технологии ДР в образовании находятся на этапе становления, поэтому, анализируя зарубежный и уже существующий отечественный опыт, необходимо их активно внедрять в образовательные процессы всех уровней.

Работа выполнена при финансовой поддержке КН МОН РК по программе грантового финансирования научных исследований на 2018-2020 гг, грант №AP05135692.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Nesloney, T.: Augmented Reality Brings New Dimensions to Learning [Electronic resource]. http://www.edutopia.org/blog/augmented-reality-new-dimensions-learning-drew-minock (date of access: 30.03.18)

[2] Mitra, A.: U Dopolnennoi Realnosti problem s Otobrazheniyem (in Russian) [Electronic resource]. http://holographica.space/articles/blippar-1774 (date of access: 30.03.18)

[3] Schrier K. Student Postmortem: Reliving the Revolution [Электронный ресурс]. URL: http://www.gamecareerguide.com/features/263/student_

[4] postmortem_reliving_the_.php (дата обращения: 08.09.2014).

[5] MITAR Games [Электронный ресурс]. URL: http://education.mit.edu/projects/mitar- games (дата обращения: 05.10.2014)

[6] Daineko, Ye., Dmitriyev, V., Ipalakova, M.: Using Virtual Laboratories in Teaching Natual Sciences: an Example of Physics Courses in University. Computer Applications in Engineering Education, vol. 25, iss. 1, pp. 39-47 (2017); doi:10.1002/cae.2177

[7] Craciun, D., Bunoiu, M.: Boosting Physics Education through Mobile Augmented Reality. TIM1 Physics Conference, AIP Conference Proceedings 1916, 050003 (2017); doi: 10.1063/1.5017456

[8] Sanchez-Garcia, J.M., Toledo-Morales, P., Purificacion.: Converging Technologies for Teaching: Augmented Reality, BYOD, Flipped Classroom. Red-Revista de Educacion a Distancia. vol. 55, pp. 5-15 (2017)

[9] Karagozlu, D., Ozdamli, F.: Student Opinions on Mobile Augmented Reality Application and Developed Content in Science Class. TEM Journal, vol. 6, iss. 4, pp 660-670 (2017)

[10] Salinas, P., González-Mendívil, E.: Augmented Reality and Solids of Revolution. International Journal of Interactive Design and Manufacturing, vol. 11, iss. 4, pp. 829-837 (2017)

[11] Giasiranis, S., Sofos, L.: Flow Experience and Educational Effectiveness of Teaching Informatics using AR. Educational Technology & Society, vol. 20, iss. 4, pp. 78-88 (2017)

[12] Wang, Y.H. Using Augmented Reality to Support a Software Editing Course for College Students. Journal of Computer Assisted Learning, vol. 55, iss. 5, pp. 532-546 (2017)

[13] Mumtaz, K., et al.: An E-Assessment Framework for Blended Learning with Augmented Reality to Enhance the Student Learning. EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education, vol. 13, iss. 8, pp. 4419-4436 (2017)

[14] Айтмагамбетов А.З., Дузбаев Н.Т., Дайнеко Е.А., Мишина А.Е. Проблемы повышения качества подготовки специалистов для ИКТ отрасли Казахстана // Труды международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации», (Сагиновские чтения №7), посвященной 100-летию со дня рождения академика А.С. Сагинова, 10-11 декабря 2015 г. В 5-и частях. Часть 4/ Министерство образования и науки РК, Карагандинский государственный технический университет. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2015. – С. 90-92.

[15] Ye.A. Daineko, G.K. Zhanabay, S. Serikov. Using the Augmented Reality Technologies in Education // Труды международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации», (Сагиновские чтения №7), посвященной 100-летию со дня рождения академика А.С. Сагинова, 10-11 декабря 2015 г. В 5-и частях. Часть 4/ Министерство образования и науки РК, Карагандинский государственный технический университет. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2015. – С. 156-157.

[16] Е.А. Дайнеко, М.Т. Ипалакова, Б.С. Омаров, В.Г. Дмитриев, А. Абдикерим. Разработка прототипа 3D-сцены виртуальной физической лаборатории // Новости науки Казахстана. – 2016. – №1 (127). – С. 41-51.

[17] Дайнеко Е.А., Ипалакова М.Т., Сериков С.С., Жанабай Г.К. Применение технологий дополненной реальности в образовании // Материалы XIII Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире», 17 марта, 2016, Санкт-Петербург, Россия. – С. 26-28.

Дайнеко Е.А., Ипалакова М.Т., Чинибаева Т.Т., Чинибаева Е.Г., Болатов Ж.Ж.

Физика пәнін оқытуда толықтырылған шындық технологиясын мүмкіндіктерін қолдану

Резюме. Мақалада толықтырылған шындықты қолдану арқылы оқу материалдарын игеруде білім беру нарығында ұсынылатын бағдарламалық қамсыздандыруға шолу және сараптама мәселелері қарастырылады. Орта оқу орындарында физика пәнін зерделеу үшін толықтырылған шынайық технологиясын қолдана отырып жасалған қосымша мақалада сипатталған.

Түйінді сөздер: толықтырылған шындық, білім, Unity 3D, NyaARTOOLKIT, көптілділік.

Daineko Y.A., Ipalakova M.T., Chinibayeva T.T., Chinibayev Y.G., Bolatov Zh.Zh.

Using capabilities of augmented reality technology to study physics

Summary. The article focuses on the review and analysis of the software market in education processes. Methods of using augmented reality applications in class are revised. As a result, ready for use augmented reality application for studiyng physics at school.

Keywords: augmented reality, education, Unity 3D, NyaARTOOLKIT, multilingual space.

UDK 621.313.12

K. Kobzar[1], O. Tretiak[1,2], O. Ovsiannykova[1], V. Poliienko[1,2], P. Gakal[2]
([1]SE Plant Electrotyazhmash, Kharkov, Ukraine.
[2]National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute", Kharkov, Ukraine)

DESIGNING OF HIGH POWER TURBOGENERATORS

Abstract. For the first time basic technical and design decisions for Turbogenerator rated 550 MW with hydrogen-water cooling manufactured by SE Plant Electrotyazhmash are submitted. Modern methods of three-dimensional modeling and calculations are applied at Turbogenerator designing in particular for thermal analysis of coolers, calculation of mechanical stresses of large housing parts. Strength margin of the most loaded elements of the Turbogenerator rotor is justified. Initial and limiting conditions at determining of the rotor thermal state are improved. Basic criteria of trouble free Turbogenerator operation are indicated. Basic methods of technical control for quality determining of got products are submitted.

Key words: Turbogenerator, mechanical calculations, technical control methods, cooling system.

Introduction

Ensuring trouble-free operation of Turbogenerators and Hydrogenerators is completely remains unresolved task during the whole period of electrical machines operation. In view to the fact that the most power stations cover peak network loads, then the failure of single unit power can lead to significant failure in the power system as a whole. In papers [1] the basic structural elements of Turbogenerators and Hydrogenerators as well as the principles of their designing are described in details. The design of electric generators shall meet the requirements GOST 533-2000.

Machines should allow continuous operation at rated power and maximum loading that exceed nominal values several times. Duration time of critical mode can comprise up to 5 minutes, with voltage deviations of ± 5% and frequency of ± 2% of the rated value. Voltage that occurs at overload of the stator and rotor generator elements during critical mode shall not exceed the yield limits to ensure reliable operation of the construction.

According to intensified requirements to designs of the electrical generator rotors, units and details shall provide the generators shaft strength to torsion vibrations. Calculation of the generators shaft on torsion vibrations must be confirmed by subsequent experimental inspection.

Generators shall withstand for 2 minutes without damages and residual deformations emergency increasing of rotational speed by 20% over the rated one. At the request of the Customer the generators that allow emergency increasing of rotation speed up to 30% over the rated one can be manufactured. Existing methods give great errors. Therefore, it is necessary to carry out deep analysis.

Task Statement

At the present moment operating time of Turbogenerators and Hydrogenerators operated in Ukraine and neighboring countries, more than 300 000 hours that is why it is necessary to develop a system of remote analysis of power generating equipment [2]. The system will analyze changes in specific parameters of generator units in process of defects emerge and create knowledge base that stores data about key design parameters

in the origin, development and final damage of the units. In the future the result of work shall be an expert system that will make it possible to foresee emergencies, monitor the need for routine maintenance, to ensure timely stop and trouble-free operation of the generator. The knowledge base will integrate all of information about various emergencies at power plants in Ukraine and provide the opportunity to further learning in real time.

Taking into consideration the requirements to the best samples of Turbogenerators of maximum limiting power, the designers team of SE "Plant "Electrotyazhmash" developed Turbogenerator rated 550MW with hydrogen-water cooling for Ekibastuz SDPP-1 (with hydrogen cooling of the rotor winding and stator core and with water cooling the stator winding). The main distinguishing feature of designed machine is its increased power, strict requirements for mass-dimensions indices and unprecedented reliability.

Peculiarity of the work became carrying out three-dimensional modeling already at the stage of sketch designing with subsequent finalization of the main units to the final form before the working designing.

At the stage of working documentation carrying out the basic features inherent in Turbogenerators with hydrogen-water cooling were taken into consideration. This allowed to optimize the design on the "drawing board".

Turbogenerator reliability in conditions and operational modes meets the following indices:

- readiness factor, p. u. 0.996;
- time to failure, h 27000;
- complete assigned service life at observance of the terms and scopes of scheduled inspections and repairs, years 40;
- resource between overhauls, years 8;
- average operational complexity of planned repairs, normal-hours 13770.

At designing of Turbogenerator of limiting power it is necessary to provide trouble free operation during the whole service life. With that aim the analysis of emergency situations at Turbogenerators operation of different companies was carried out.

A number of criteria for failures of resource units are detected:

a) The stator core: temperature, measured as per separate standard resistance temperature detectors or as per the whole their group, controlling the core heating exceeds the limiting admitted value; vibration measured with stationary gauges over the limiting admitted value; removable decreasing of pressing force of the teeth zone; removable meltings of the teeth zone after local short-circuits to the stator winding casing.

b) The Stator winding: short-circuit to the casing; between phases short-circuit; inter-turn short-circuit; temperature, measured as per separate standard resistance temperature detectors or the whole their group, controlling the stator winding, increases the limiting-admissible value; insulation resistance relatively to the casing lower limiting-admissible value; loosening of the bars fastening in the slots part; phases DC resistance or difference between them differs from limiting-admissible values; leakages in hydraulic system of the stator winding cooling.

c) The Rotor Winding: winding ground fault; inter-turn short-circuit; insulation resistance decreasing relatively to the casing lower limiting-admissible value; temperature, measured as per the winding resistance, over limiting-admissible value; circuit termination; DC resistance differs from limiting-admissible value.

Turbogenerator is calculated for operation with hydrogen filling-in of the stator case.

In all continuous operation modes of Turbogenerator the stator winding and stator active steel temperature shall not exceed 95°C and 120°C correspondingly; the rotor winding temperature measured as per the resistance method shall not exceed of 125°C (as per the Customer's requirement); the distillate temperature at outlet from the stator winding, measured by the thermometer shall not exceed 85°C.

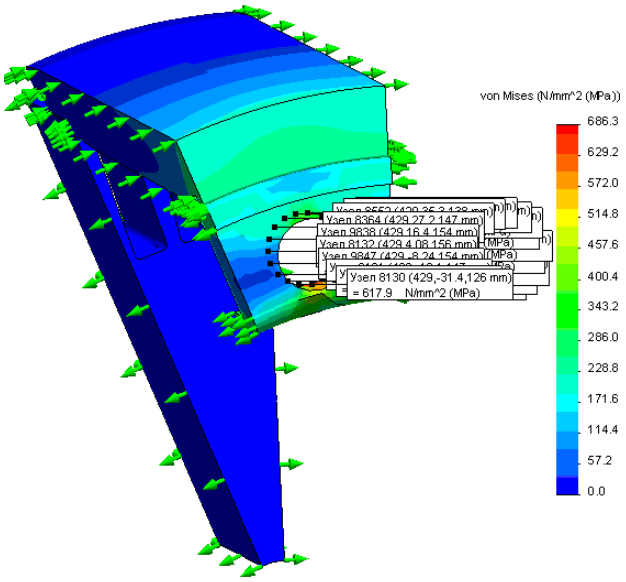
The Turbogenerator rotor is solid forged of high quality alloyed steel. The retaining rings are made of non-magnetic corrosion-proof steel. The rotor winding insulation is of heat-resistance class "F" (155°C) as per GOST 8865. The stator winding casing from the face ends is closed with ducts, in which the gas coolers and external shields are arranged. The Turbogenerator bearings are built-in into end ducts. The bearings insertions are casted, steel, with babbiting and built-in system of hydraulic lifting. The bearing casing from the slip rings end is electrically insulated from the casing.

The closest competitor of the generator is Turbogenerator rated 600 MW. Turbogenerator rated 600 MW was designed by Shanghai Electric together with Westinghouse Electric Corporation in 1980. Since that time given equipment passed through several stages of modernization and optimization. Due to low flow rate of fuel and high capacity power turbogenerators of that series are in high demand in China, India and other countries.

Calculation researches of mechanical loads

Calculations of complicated stressed state of the rotor of Turbogenerator 550 MW were carried out. The rotor retaining ring is the most loaded design element [3].

In Figure 2 the head specimen of Turbogenerator at the factory stand is submitted. The ducts are arranged where bars overhang parts, terminals and design elements of cooling system in operation process are fastened with differential studs-springs and get load 100 tons that is caused by gauge pressure in the stator casing.



Loads in separate points of the rotor retaining ring at critical modes can achieve yield limits and emergency can lead to complete fault of the whole machine.

In Figure 1 indicated complicated stressed state of the rotor retaining ring of Turbogenerator rated 550 MW as material steel P900 was chosen.

Loads from action of centrifugal forces from copper coils, thermal loads and the retaining ring fit were taken into account at calculation. Got loads correspond to the norms as per which calculation-technical materials are submitted.

Fig. 1. Complicated stressed state of the rotor retaining ring

Let's consider the ducts design used earlier. For Turbogenerator rated 500 MW with hydrogen-water cooling "rigid" finning was used (Figure 2, A), and for Turbogenerator rated 1000 MW a "honeycomb" finning structure was designed (Figure 2, B). Given decision allowed to design machines with excessive weight of structural elements, providing reliable operation for more than half a century. Detailed analysis of design decisions let develop for Turbogenerator 550 MW the duct and bearing units of adjunct type design (Figure 2, C).

a) b) c)

Fig. 2. Ducts design of Turbogenerator rated 500 MW (a), 1000 MW (b) and duct displacement diagram of Turbogenerator rated 550 MW (c)

Among got results it is necessary to pay attention to the fact that such a design let in the shortest term carries out repair on active elements replacement without designing of the whole machine housing. Big transfers in separate point of adjunct type duct design do not cause any damages.

Determining of thermal state of the rotor in three dimensional setting

Main units of Turbogenerator rotor: the shaft, excitation winding, laid in longitudinal slots in the rotor body, retaining rings, holding the winding overhangs from action of centrifugal forces, centrifugal compressors from the both ends of the shaft, providing direct forced hydrogen cooling of the rotor winding.

The rotor of researched generator rated 550 MW is two-pole, the excitation winding is laid in 36 slots and carried out of 18 concentric coils (by 9 coils per each pole). At each pole there is by one small coil consisting of 5 turns. The rest coils are big, made of 7 turns. The turn consists of two copper U-shaped conductors, forming the channel for hydrogen passing.

Cooling working fluid is hydrogen comes into the winding through the face end holes in turns and divided into two flows. One flow cools overhang part the other one cools the slot part of the winding: in the small coil hydrogen passes up to the middle of the rotor slot part (at length of 3 m) and is released through the radial holes in conductors into the gap between the rotor and stator. In big coils received from the face end holes hydrogen passes ¼ of the slot part of the turn. For further cooling, cold gas is supplied from under slot channels. Cooling diagram is indicated in Figure 3.

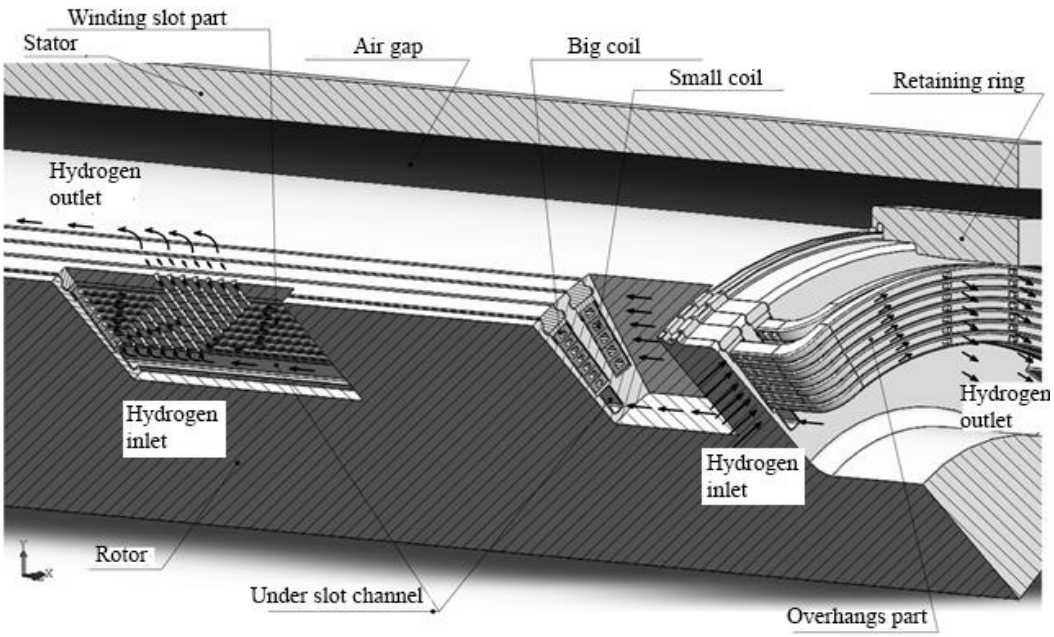


Fig. 3. Diagram of Rotor Cooling of Turbogenerator Rated 550 MW

Cooling working fluid head and flow rate is provided by centrifugal compressors arranged at the rotor shaft by two sides. The rotor is cooled symmetrically relatively to the center. Heat release in turns is directly proportional to the square of the current and has the greatest value at the rated operation mode [4]. Therefore, the rated mode is characterized by the highest temperature indices. For rated operation mode (excitation current of 4650 A) volumetric heat release of the slot part of each turn of small coil at passing through it of DC comprises 3500 W, of big coil 4900 W.

The slot part of the winding was divided into sections with permanent value of heat transfer coefficient α. Calculation of heat transfer coefficient was carried out as per average speed value at calculated section by the correlation [5]. Calculation results of rotor thermal state along the slot part of the big coil at rated operation mode got by finite element method submitted in Figure 4.

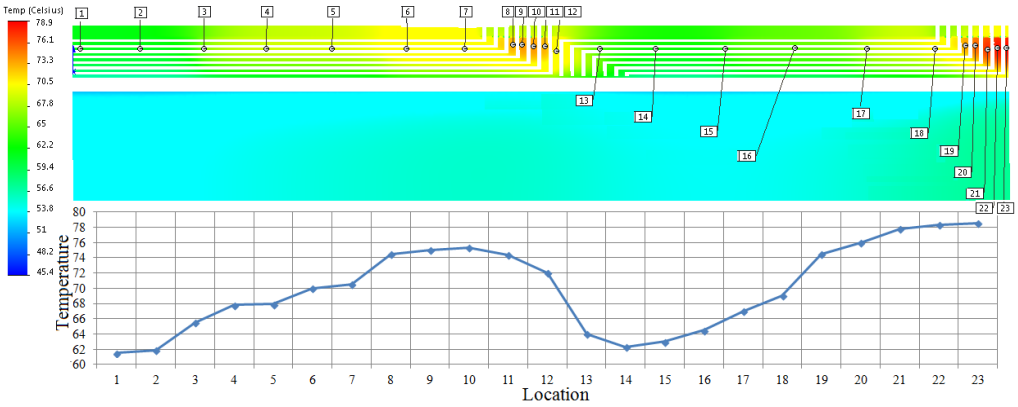


Fig. 4. Temperature measurement along the slot part of turns of big coil at rated mode

As per calculation results the maximum temperature in the most thermal stressed place namely in the middle of the rotor at rated operation mode comprises of 78°C, that does not exceed admissible limits on

heating for insulation materials. The winding temperature increasing toward the middle of the rotor at uniform heat release is explained by the increase of the cooling medium temperature when moving along the channel of the conductor [6].

At SE Plant Electrotyazhmash thermal tests of the generator rated 550 MW were carried out at no-load running (idling) and short-circuit mode. As a result, the dependence of the rotor winding temperature from heat dissipation was obtained and is indicated in Figure 5.

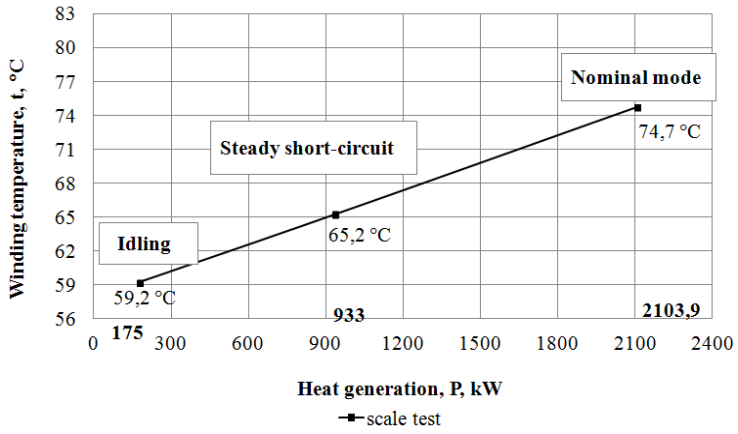


Fig. 5. Dependence of the rotor winding temperature from heat dissipation of conductors

The rotor winding temperature was determined as per variation of the conductors resistance at DC passing through them measured by the method of voltmeter-ampermeter [7,8].

Maximum rotor winding temperature at rated mode comprised of 74.7°C, at short-circuit mode 65.2°C. Admissible limiting temperature of the rotor winding insulation heating as per the Customer's requirement comprises of 125° C.

Got results give possibility to make a forecast viability of the developed design as per requirements of the State Standard GOST 533-2000 «Rotating Electrical Machinery. Turbogenerators. General Specifications (IEC 34-3-88)», p. 4.37. Turbogenerators rated upto 800 MW (except machines connected with gas turbines) for the whole service life shall admit not less than 10 000 starts (switching-on into the grid) and not over 330 per a year, and Turbogenerators of higher power shall admit not less 3600 starts and not over 120 per a year. However in order to follow p. 4.37 it is necessary to carry out more detailed research as investigated cycles are "complex" ones. That is why it is necessary to pay attention to the methods of the material quality control and evaluation, with fatigue curves refurbishment for definite unit of specific item.

Conclusion

Summarizing the work, it should be noted that the author's team of SE Plant Electrotyazhmash Turbogenerator with hydrogen-water cooling (Figure 6) was created in Ukraine for the first time. Developed design version completely meets the requirements of reliability and submitted sample combines the best achievements of scientific and technical thought. At Turbogenerator designing modern methods of three-dimensional modeling and calculations are applied

The basic technical decisions were proposed by Chief Designer Mr. Gruboi Olexandr final realization of the Project and Turbogenerator main specimen task for the Customer was carried out under supervision of the Chief Designer on Turbogenerators Candidate of Technical Sciences (Ph. D.) Kobzar Kostyantyn. The implementation of three-dimensional calculation methods of the stressed condition analysis was carried out under the guidance of Candidate of Technical Sciences (Ph. D.) Tretiak Oleksii in the field of mechanical calculations

Fig. 6. Designers Department on Turbogenerators of SE Plant Electrotyazhmash

REFERENCE

[1] Alekseev A.E., Construction of electrical machines // A.E. Alekseev. – M.-L.: Gosenergoizdat, 1958. – 427 p. (Rus.)

[2] Chernousenko O. Yu., State of energetics in Ukraine and the results of modernization of power-generating units of the TPP // Problems of General Energy. - 2014. - №4 (39). - pp. 20-28. (Ukr.)

[3] Olmi G., An Efficient Method for the Determination of the Probability of Failure on the Basis of LCF Data: Application to Turbogenerator Design. // G. Olmi. - Structural Durability & Health Monitoring, 2012. - Vol. 8, №1, - pp. 61-89. (Eng.)

[4] Titko O. I., The statistical models for diagnostics of a rotor thermo defects in the conditions of variable loading of turbogenerators/ O. I. Titko, K. A. Kuchinskiy, V. O. Titko // Bulletin of NTU "KhPI". Tematic edition "Electric machines and electromechanical energy conversion." – Kharkiv : NTU "KhPI", 2016. – №11 (1183). – P. 49-54. (Rus.)

[5] Taylor M.F., Correlation of Local Heat-Transfer Coefficients for Single-Phase Turbulent Flow of Hydrogen in Tubes With Temperature Ratios to 23 // M.F. Taylor. – Washington, D. C.: National Aeronautics and Space Administration. NASA TN D-4332, 1968. (Eng.)

[6] Avruh, V.Ju., Teplogidravlicheskie processy v turbo- i gidrogeneratorah / V.Ju. Avruh, L.A. Duginov. – M.: Jenergoatomizdat, 1991. – 208 p. (Rus.)

[7] Kovarskiy E.M., Testing of electrical machines // E.M. Kovarskiy, Yu.I. Yanko. – M. : Energoatomizdat, 1990. – 320 p. (Rus.)

[8] Klempner G., Operation and Maintenance of Large Turbo-generators // G. Klempner, I. Kerszenbaum. – New York : IEEE, 2004. – 560 p. (Eng.)

Кобзарь К.А., Третьяк А.В., Овсянникова Е.А., Полиенко В.Р., Гакал П.Г.

Қуаты жоғары турбиналы генераторларды жобалау

Түйіндеме. Алғаш рет, ГП өндірісінен шыққан сутекпен-сумен салқындатылатын, қуаты 550 МВт турбиналы генераторға арналған негізгі техникалық және құрылымдық шешімдер ұсынылды. Турбиналы генераторды жобалау барысында үшөлшемді үлгілеу мен есептеудің заманауи әдістері қолданылған, атап айтқанда: салқындатқыштардың жылулық талдауын орындау, ірі корпустық бөлшектерінің механикалық кернеулерін есептеу мақсатында. Турбиналы генератордың роторының аса жүктелген элементтерінің беріктік қоры негізделген. Ротордың жылулық жағдайын анықтау барысындағы бастапқы және шектік жағдайлар жетілдірілген. Турбиналы генератордың ақаусыз жұмыс істеуінің негізгі критерийлері белгіленген. Алынатын өнімнің сапасын анықтау үшін техникалық бақылаудың негізгі әдістері ұсынылған.

Негізгі сөздер: турбиналы генератор, механикалық есептер, техникалық бақылау әдістері, салқындату жүйесі.

Кобзарь К.А., Третьяк А.В., Овсянникова Е.А., Полиенко В.Р., Гакал П.Г.

Проектирование турбогенераторов большой мощности

Резюме. Впервые представлены основные технические и конструктивные решения для турбогенератора мощностью 550 МВт с водородно-водяным охлаждением производства ГП «Завод «Электротяжмаш». При проектировании турбогенератора применены современные методы трехмерного моделирования и расчетов, в частности: для выполнения теплового анализа охладителей, расчета механических напряжений крупных корпусных деталей. Обоснован запас прочности наиболее нагруженных элементов ротора турбогенератора. Усовершенствованы начальные и граничные условия при определении теплового состояния ротора. Обозначены основные критерии безотказной работы турбогенератора. Представлены основные методы технического контроля для определения качества получаемой продукции.

Ключевые слова: турбогенератор, механические расчеты, методы технического контроля, система охлаждения.

УДК 004.94

A.I. Buranbayeva, D.T. Kassymova, M.A. Nurkamanova
(Institute of Information and Computer Technologies, MES RK, Turan university,
Almaty, Kazakhstan.
E-mail: aburanbaeva@gmail.com6, dika.cat@mail.ru)

COMPARATIVE ANALYSIS OF MODERN URBAN TRANSPORT MODELING SYSTEMS

Abstract. The analysis results of five widespreaded systems of urban transport modeling are submitted - PTV VISUM, EMME, TRANUS, Saturn, SharedStreets. Specifics and discrepancies are provided. The recommendations to a possible use in the cities of Kazakhstan are given.

Keywords: transport infrastructure, transport modeling, transport systems, transport planning.

А.И. Буранбаева, Д.Т. Касымова, М.А. Нуркаманова
(Институт информационных и вычислительных технологий МОН РК, университет Туран, Алматы, Казахстан, dika.cat@mail.ru)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА

Аннотация. Представлены результаты анализа пяти наиболее распространенных систем моделирования городского транспорта: PTV VISUM, EMME, TRANUS, Saturn, SharedStreets. Показаны их особенности и различия. В выводах даны рекомендации по возможности их использования в городах Казахстана.

Ключевые слова: транспортная инфраструктура, транспортное моделирование, транспортные системы, транспортное планирование

Концепция вхождения Казахстана в число 30 самых развитых стран мира предполагает динамичное развитие транспортной инфраструктуры. «Транспортная инфраструктура - кровеносная система нашей индустриальной экономики и общества», - подчеркнул Президент Нурсултан Назарбаев, представляя Стратегию развития Казахстана до 2050 года [1].

Транспорт имеет жизненно важное значение для эффективного экономического развития и является ключом к обеспечению социального благосостояния населения, обеспечивая повседневную мобильность людей и необходимое распределение товаров. Адекватная инфраструктура является основным предварительным условием для эффективности транспортных систем. Урбанизация и автомобилизация – основные причины, по которым не могут быть удовлетворены требования городской мобильности.

Теория транспортных потоков развивалась исследователями различных областей знаний: физиков, математиков, специалистов по исследованию операций, транспортников, экономистов [2]. Основы математического моделирования закономерностей дорожного движения были заложены в 1912 году русским ученым, профессором Г.Д. Дубелиром. В 1955 году Лайтхилл и Уизем предложили первые математические модели, построенные на базе механики сплошных сред [3,4]. До них подавляющее большинство работ, посвящённых проблемам анализа транспортных потоков, опиралось на методы теории вероятности и математической статистики [5]. В конце 50-х Ф. Хейт [6] впервые выделил математические исследования транспортных потоков в самостоятельный раздел прикладной математики. Исследование динамики транспортных потоков являются основой современных программных пакетов транспортного моделирования [7,8].

Целью данного анализа является изучение наиболее распространенных систем моделирования городского транспорта, их особенностей и различий, а также какая из них больше всего подходит для городов Казахстана.

Для изучения и сравнения были выбраны следующие пакеты для транспортного моделирования: PTV VISUM, EMME, TRANUS, Saturn, SharedStreets.

1. PTV VISUM используется для моделирования транспортных потоков, транспортного планирования и оптимизации общественного транспорта: в городах, регионах, мегаполисах. VISUM интегрирует всех участников движения в единую математическую транспортную модель [9,10].

Компания A+S, как эксклюзивный поставщик программных продуктов PTV Vision Traffic Suite в России и СНГ, ежегодно открывает новые рынки для развития технологий транспортного планирования и моделирования транспортных потоков.

Компания A+S поставила комплекты программных продуктов PTV Visum, Vissim и Vistro в Азербайджан (Баку), а также в республику Казахстан (Астана и Алматы) и города России: Барнаул, Брянск, Владимир, Волгоград, Вологда, Новгород, Екатеринбург, Иркутск, Казань, Киев, Киров, Краснодар, Новосибирск , Омск, Пермь, Ростов на Дону, Рязань, Самара, Саратов, Сочи, Тверь, Хабаровск, Челябинск, Украина: Львов, Беларусь: Минск.

Базовый модуль VISUM является ядром программы и позволяет выполнить все стандартные задачи транспортного планирования (рисунок 1).

Рис. 1. Интерфейсное окно базового модуля Visum.

Базовый модуль VISUM включает [11]:

– Генератор фрагмента сети
– Экспорт VISSIM
– 32 bit и 64 bit версии PTV VISUM
– ГИС-интерфейс - Shape (ArcView 8.0+)/PGD (ArcView 8.3+)/ MapInfo
– COM-Интерфейс
– EMME-Импорт
– CUBE-Импорт
– Google-Transit-Испорт
– Saturn-Импорт
– TransCAD-Импорт

Комплекс программных продуктов используется в проектах по оптимизации работы транспортной системы города и созданию системы управления городским транспортом. Продукты PTV доказали свою эффективность в проектах по транспортному планированию по всему миру.

VISUM представляет собой обширную, гибкую систему для транспортного планирования, расчета спроса на транспорт (матрицы корреспонденций для общественного и индивидуального транспорта), анализа транспортной сети, расчета себестоимости общественного транспорта и прогноза запланированных мероприятий и их последствий.

2. EMME была разработана как интерактивно-графическая гибкая среда моделирования для городского и регионального транспортного планирования. Успешным результатом построения мультимодальной транспортной модели для большого города служит модель, построенная для Монреаля (Канада) [12]. Именно для этого города был разработан и впервые применен программный комплекс EMME.

Программный комплекс EMME это прикладная среда для прогнозирования спроса на передвижения, транспортного планирования и связанных с ними вариантов применения, позволяющая (Рисунок 2):

– Подготавливать и выполнять процедуры моделирования с помощью обновляющегося и простого в использовании нового интерфейса.

– Быстро создавать и развертывать приложения, используя более 100 понятных модульных компонентов транспортного прогнозирования, допускающих многократное использование.

– Стандартный инструментарий Emme достойно представляет и усиливает признанную систему Emme, благодаря корректно работающим модульным компонентам с возможностью добавления скриптов.

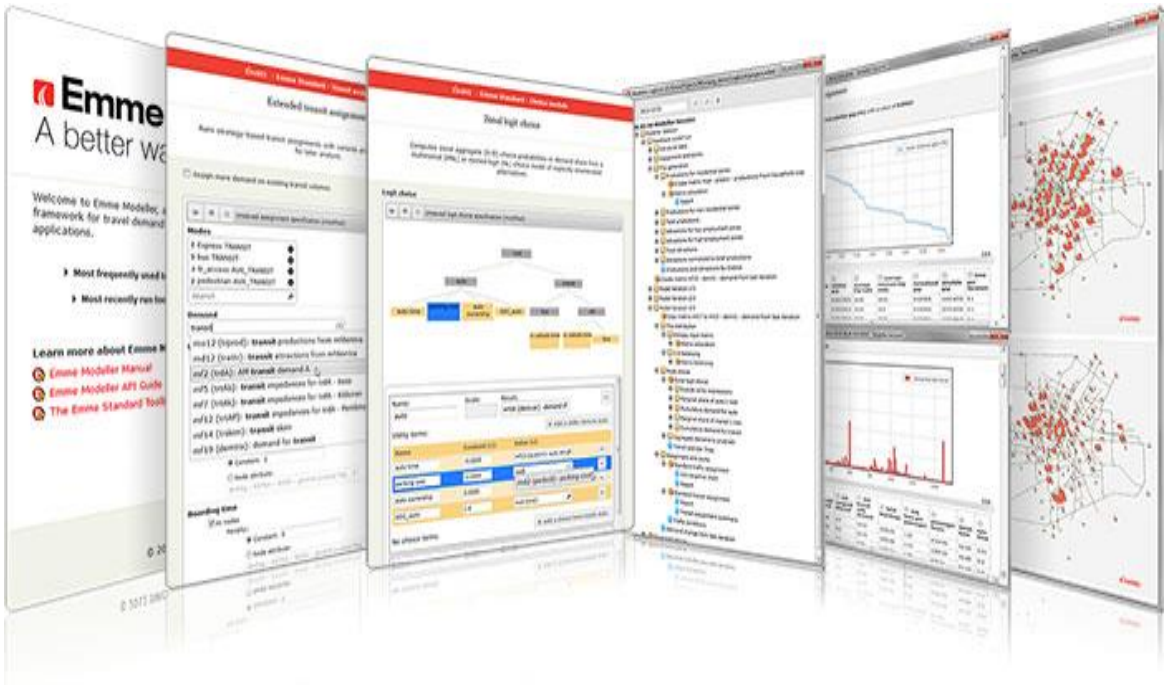


Рис. 2. Программный комплекс EMME 2

– Писать скрипты компонентов модели для интерактивного режима, и легко переходить от интерактивного использования к автоматизации.

– Запускать и затем просматривать инструменты или повторно запускать их с другими аргументами.

– Создавать новые рабочие процессы из прошлых прогонов, выполненных ранее.

– Визуализировать прогоны модели с прекрасным и четким отображением иерархии, которое обновляется по мере работы модели.

– Разрабатывать новые процедуры и утилиты моделирования для расширения среды с использованием сотен новых сервисов и программных интерфейсов приложений.

– Обеспечивать полноценную альтернативу макропрограммированию Emme помощью новые программных интерфейсов приложений Emme для языка Python и не только.

EMME используется в более чем в половине самых густонаселенных городов мира и управляет некоторыми из самых сложных моделей прогнозирования транспорта в мире. 3. TRANUS - это компьютерная система, используемая для моделирования местоположения, активности, использования земли, рынка недвижимости и транспортной системы. Она используется для анализа альтернативных политик или проектов в городских или региональных масштабах [13]. TRANUS это полностью интегрированная система, хотя модель транспорта может использоваться как автономная (Рисунок 3).

Система может применяться к любой шкале, от подробных городских до крупных столичных регионов, штатов или провинций до целой страны.

Транспортная модель очень гибкая и может показывать перемещение пассажиров и грузов. Модель работает в единой мультимодальной сети и выполняет функцию генерации управленческих решений и комбинированный процесс разделения и распределения. Это свободная транспортная модель, доступная сегодня.

Все модели в системе основаны на дискретных логических моделях выбора, соединенных последовательно. Это и позволяет осуществить возможности поиска местоположения объекта деятельности, выбора земли и, самое главное, выбора и назначения мультимодальных маршрутов. Такая схема значительно превосходит традиционные транспортные модели, основанные на распределении равновесия и отдельных режимах частного / общественного пользования.

Программное обеспечение включает в себя мощный графический интерфейс пользователя с географическими координатами, объектно-ориентированную базу данных и явное представление сценариев. Также включены мощные средства редактирования сети. Данные могут быть импортированы или экспортированы в / из других баз данных и моделей.

Экономическая и экологическая оценка встроена в программное обеспечение и соответствует моделям.

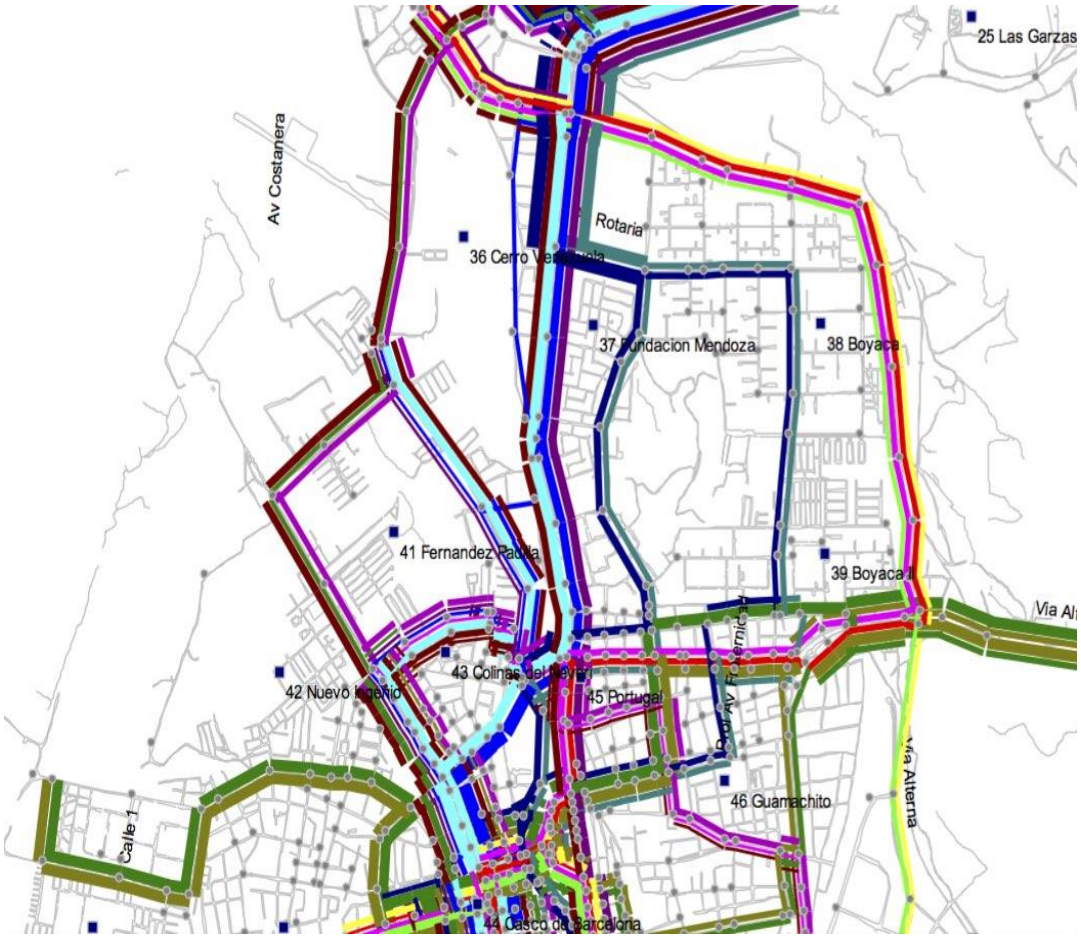


Рис. 3. Транспортная модель в системе TRANUS

4. Saturn это транспортная система для моделирования и назначения трафика на городских дорожных сетях, позволяющая пользователю проводить различные стратегические действия на всей моделируемой территории, также до более подробных оценок на местном уровне [14].

Рис. 4. Визуализация модели в транспортной системе SATURN

SATURN основан на модели «перегруженного задания», что означает, что она правильно отражает скопление на перекрестках и содержит трафик в точках перегрузок с оценкой условий, основанных на прибытии, а не потоках спроса (Рисунок 4). Можно проводить несколько оценок пользовательского спроса, в том числе на автобусные службы (приоритетов автобусов) и другие типы транспортных средств (например, автомобили с высокой загрузкой или грузовики), которые могут быть смоделированы отдельно.

5. SharedStreets это некоммерческое цифровое сообщество для улицы, представляющий собой стандарт данных и платформу, которая служит стартовой площадкой для сотрудничества между государственным и частным секторами и информационно-координационным центром обмена данными (Рисунок 5).

Стандарты данных SharedStreets это глобальная непатентованная система для описания улиц, предназначенная для поддержки современной сложной и взаимосвязанной транспортной системы. Стандарты SharedStreets поддерживают обмен разнообразными данными, связанными с улицами, государственными или частными субъектами [15].

Современные средства обработки, визуализации и анализа данных, основанные на стандартах данных SharedStreets, предоставляют новаторам из государственного и частного секторов новые способы работы со сложными наборами данных и новые идеи по управлению улицами и городской мобильностью.

Безопасные и доступные инструменты для обмена данными заменяют дорогостоящие одноразовые отношения с универсальным каналом распространения агрегированных анонимизированных данных SharedStreets. В сочетании со стандартизованными лицензиями платформа SharedStreets помогает транспортным органам выходить за рамки «открытых данных» и разрабатывать способы работы с конфиденциальной информацией и экспериментировать с новыми формами государственно-частного партнерства.

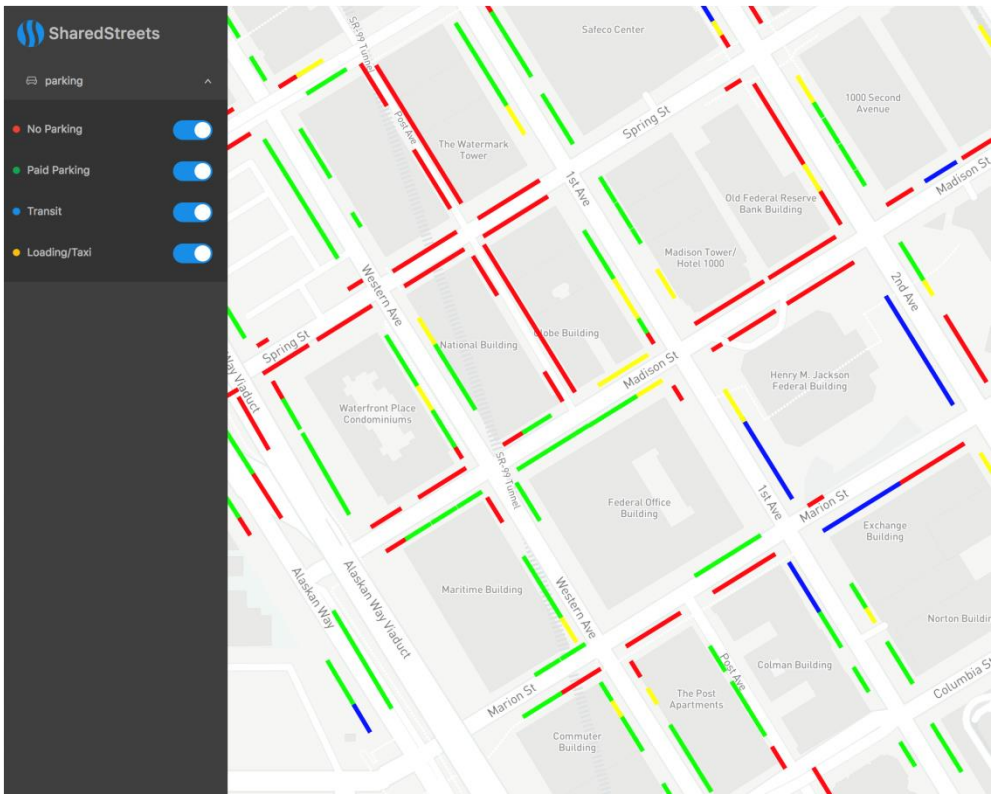


Рис. 5. Платформа SharedStreets

Пилотные приложения SharedStreets.

Движение и безопасность. Используя агрегированные, анонимизированные данные, полученные от датчиков в автомобиле, платформа безопасности SharedStreets может измерять и управлять перегрузками и контролировать, где происходят опасные поведения водителя, такие как ускорение, жесткое торможение и быстрое ускорение. С помощью этого инструмента города могут идентифицировать

возможности для уличного регулирования до того, как произойдут аварийные ситуации, и оценить улучшение безопасности.

Управление бордюром. Стандарты данных SharedStreets позволяют городам сопоставлять свои правила ограничений, а также использовать новые виды данных для лучшего понимания использования бордюров. Благодаря этому инструменту города могут уменьшить количество холостых пробегов и обращение транспортных средств, перепроектировать улицы, чтобы наилучшим образом соответствовать текущему спросу и заложить основу для новых динамических цен, чтобы лучше управлять городскими улицами (Рисунок 6).

Транзитная и общая мобильность. Платформа SharedStreets объединяет существующие данные транзита, объемы трафика, скорости и другие показатели для улучшения транзитных операций и управления перегрузками. Этот инструмент позволяет городам знать, сколько людей (а не только транспортных средств) передвигается по улице, и лучше распределять уличное пространство, чтобы улучшить работу улицы для пропускной способности человека.

Рис. 6. Управление бордюром

Выводы.

1. Наиболее удобной и функциональной является транспортная система моделирования PTV VISUM.

2. Программные комплексы EMME и Saturn схожи по функционалу с PTV VISUM, однако, данные программные средства являются коммерческими и недешевыми для использования.

3. Программные комплексы TRANUS и SharedStreets являются также удобными и функциональными, и в то же время не требуют оплаты за свое использование, что немаловажно в современных условиях.

Благодарности. Данная работа поддержана грантом МОН РК (проект № AP05133699 «Исследование и разработка инновационных информационно-телекоммуникационных технологий с использованием современных кибер-технических средств для интеллектуальной транспортной системы города».

ЛИТЕРАТУРА

[1] Послание Президента Республики Казахстан - Лидера нации Нурсултана Назарбаева народу Казахстана «Стратегия «Казахстан-2050»: новый политический курс состоявшегося государства», Астана, Акорда, 2012 год.

[2] Семенов В.В. Математическое моделирование динамики транспортных потоков мегаполиса. - М.: Институт прикладной математики РАН, 2004

[3] Ligthill M.J., Whitham F.R.S. On kinetic waves II. A theory of traffic flow on crowded roads // Proc. of the Royal Society Ser. A. 1995. Vol.229. No. 1178. P. 317-345.

[4] Уизем Дж. Линейные и нелинейные волны // М.: Мир, 1977.

[5] Швецов В.И. Математическое моделирование транспортных потоков. - М: Институт системного анализа РАН, 2003.
[6] Хейт Ф. Математическая теория транспортных потоков. - М.: Мир, 1966
[7] Семенов В.В. Математическое моделирование динамики транспортных потоков мегаполиса. - М.: Институт прикладной математики РАН, 2004.
[8] Семенов В.В. Смена парадигмы в теории транспортных потоков. - М.: ИПМ им. М.В.Келдыша РАН, 2006.
[9] http://ptv-vision.ru/produkty/visum.
[10]http://ptv-ision.ru/news/programmy_dlya_razrabotki_pkrti_ksodd_i_ksot.
[11] Якимов М.Р., Попов Ю.А. Транспортное планирование: практические рекомендации по созданию транспортных моделей городов в программном комплексе PTV Vision® VISUM: монография / М.Р. Якимов, Ю.А. Попов. – М.: Логос, 2014. – 200 с.
[12] Ю.В. Трофименко. Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов. _М.:Логос, 2013. -464 с.
[13] https://en.wikipedia.org/wiki/TRANUS.
[14] http://www.flownz.com/WhatWeDo/TransportModelling/SATURN.aspx
[15] http://sharedstreets.io//.

Буранбаева А.И., Касымова Д.Т., Нуркаманова М.А.

Қазіргі заманғы қалалық көлік модельдеу жүйелерін салыстырмалы талдау

Түйіндеме. Мақалада қолданыстағы жүйелердің артықшылықтарын бағалауға мүмкіндік беретін тұжырымдамалық аппарат пен заманауи қалалық көлік модельдеу жүйелерінің салыстырмалы талдауы ұсынылған. Қазақстан үшін ең қолайлы болатын қалалық көлік модельдеудің қазіргі жүйелері, олардың ерекшеліктері мен айырмашылықтары зерттеледі.

Түйін сөздер: көлік инфрақұрылымы, көліктік модельдеу, көліктік жүйе, көліктік жобалау.

Buranbaeva A.I., Kassymova D.T., Nurkamanova M.A.

Comparative analysis of modern urban transport modeling systems

Summary. The article presents a conceptual device comparative analysis and the most popular modern urban transport modeling systems, which allow to evaluate the advantages of existing systems. The existing systems of urban transport modeling, their features and differences are studied, the most fitted for Kazakhstan.

Keywords: transport infrastructure, transport modeling, transport systems, transport planning.

УДК 621.379.54

D.Zh. Burissova, A.A. Serikbayev, S.N. Akhtanov, A.T. Issimova
(Kazakh National University named after Al-Farabi,
Almaty, Republic of Kazakhstan, burisova.diana.92@gmail.com)

METHODS OF DIGITAL SIGNALS SELECTING OF DIFFERENT NOISE LEVEL IN TELECOMMUNICATION SYSTEMS

Abstract. The article describes the methods of digital signals selecting in telecommunication systems. Effective selecting by calculating average statistical deviation and filtration time is studied among chosen methods. The final comparison of the filters efficiency results is carried. Conclusions are made, displaying the necessity to investigate selecting methods.

Key words. selecting methods, a moving average, a Savitsky-Golay.

Д.Ж. Бурисова, А.А. Серикбаев, С.Н. Ахтанов, А.Т. Исимова
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан, burisova.diana.92@gmail.com)

МЕТОДЫ ФИЛЬТРАЦИИ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ РАЗНОГО УРОВНЯ ШУМА В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Аннотация. В статье рассматриваются методы фильтрации цифровых сигналов в телекоммуникационных системах. Из выбранных методов исследована эффективность фильтрации посредствам расчета среднеквадратического отклонения и время фильтрации. Проведено итоговое сравнение результатов эффективности фильтров. Сделаны выводы, показывающие необходимость исследования методов фильтрации.

Ключевые слова. методы фильтрации, фильтр скользящего среднего, фильтр Савицкого-Голея.

1. Введение

Одним из основных методов подавления помех и шумов является фильтрация регистрируемых данных. Под фильтрацией понимается любое преобразование сигналов, при котором во входной последовательности данных целенаправленно изменяются определенные соотношения между различными компонентами этих данных. Основным инструментом фильтрации является спектральный анализ. Так как спектральный состав сигналов – это тонкая внутренняя структура данных, которые несет сигнал, практически скрытая в динамическом представлении во множестве данных, то сущность фильтрации состоит именно в направленнном измении частотного состава сигнала с целью подавления шумовой компоненты. Цифровые фильтры используются для уменьшения случайных ошибок в измерениях. Выбор между фильтрацией шума и задержкой отклика фильтра является важной задачей. В процессе передачи сигналов и фильтрации надо учитывать что при случайного шума в измерениях может присутствовать систематические ошибки, такие как сдвиг, неисправность прибора измерения, потеря точности. Так же ошибки могут возникать в случае быстрых изменений в процессе, когда приборы не могут измерять при условиях. Для оценки качества фильтрации разных фильтров можно использовать среднеквадратичное отклонение (Mean squared error - MSE). MSE вычисляется как квадратный корень из среднего арифметического всех квадратов разностей между данными величинами и их средним арифметическим[1-3].

Для выполнения точной фильтрации ставится задача реализации оптимальных фильтров, которые, в зависимости от своего конкретного назначения, позволяют достаточно надежно производить обнаружение сигнала, наилучшим образом выделять сигнал на фоне помех или в максимальной степени подавлять помехи без существенного искажения сигнала. Целью данной работы является сравнительный анализ различных методов выделения трендов временных рядов по критерию минимума среднего квадрата ошибок и выявления основных причин, влияющих на его величину. В настоящей работе было сделано сравнительный анализ фильтрации методоми скользящего среднего и фильтрация методом Савицкого-Голея. В качестве тестовых сигналов использовался синусоидальный сигнал, и к нему добавляется шумы разного уровня и шумовой сигнал фильтруется и находится среднеквадратичное отклонение фильтрированных сигналов и время фильтрации.

2. Теоретическая часть

В передачи сигналов в автоматизированных системах управления технологическими процессами приходится решать задачи измерения параметров зашумленных сигналов по одной реализации в реальном времени. Для выделения полезного сигнала на фоне помехи применяют различные алгоритмы фильтрации. В работе используется следующий вид временного ряда[1,5]:

$$y(t) = x(t) + \xi(t) \ , \qquad (1)$$

где $y(t)$–временной ряд или принятый сигнал; x(t) – некоторая медленно меняющаяся функция или передаваемый сигнал, $\xi(t)$– случайная компонента представляющая собой стационарный случайный процесс с нулевым средним.

Дальнейшая задача это, выделение x(t) из наблюдаемого $y(t)$ и изучение параметров x(t). Одним из основных методов подавления помех и шумов является фильтрация регистрируемых данных. Под фильтрацией понимается любое преобразование сигналов, при котором во входной последовательности данных целенаправленно изменяются определенные соотношения между различными компонентами этих данных. Основным инструментом фильтрации является спектральный анализ. Так как спектральный состав сигналов – это тонкая внутренняя структура данных, которые несет сигнал, практически скрытая в динамическом представлении во множестве данных, то сущность фильтрации состоит именно в направленнном измении частотного состава сигнала с целью подавления шумовой компоненты. Для выполнения этих условий ставится задача реализации оптимальных фильтров, которые, в зависимости от своего конкретного назначения, позволяют достаточно надежно производить обнаружение сигнала, наилучшим образом выделять сигнал на фоне помех или в максимальной степени подавлять помехи без существенного искажения сигнала[1].

2.1 Фильтр скользящего среднего

Простое скользящее среднее (Moving Average) формируется путем вычисления среднего показателя за указанное число периодов.

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^{m} y(t)}{n} \quad (2)$$

где $y(t)$– цифровой временной ряд; n − величина временного окна усреднения. Алгоритм скользящее среднее является распространенным методом сглаживания шумового сигнала. В алгоритме в точке вычисляется как среднее арифметическое (или медиана) значений анализируемого временного ряда в определённой временной окрестности вокруг точки, степень сглаживания зависит от величины окрестности. Расчёт производится последовательно во всех точках записи, а результат рассматривается как сглаженная версия исходного временного ряда. Преимуществами скользящего среднего и медианы является простота интерпретации результата и корректная работа при наличии тренда в данных. Несмотря на его простоту, он эффективно уменьшает высокочастотный шум, сохраняя при этом форму сигнала. Отметим, что для минимального искажения формы пика необходимо задавать малое значение полуширины окна фильтра (не более 10 мВ), но при этом, фильтровать сигнал в несколько проходов.

Фильтр скользящего среднего (moving average filter) другой классический фильтр. Обобщенное выражение можно записать в виде[9]:

$$z_k = \sum_{i=k-N+1}^{m} \omega_i y_i \quad (3)$$

где N – число точек данных обрабатываемых фильтром, ω_i- вес каждого измерения y_i, в начальный момент времени все значения y_i равняются y_0, затем добавляются все новые значения y_i, после того как значений y_i будет больше N – старые значения y_i отбрасываются. В простейшем случае можно присвоить всем wi значения равные 1/N, тогда для работы фильтра нужно N измеренных (не отфильтрованных) значений y_i, которые суммируются и делятся на N, т.е. вычисляется скользящее среднее.

2.2. фильтр Савицкого-Голея.

Фильтр Савицкого-Голея является развитием метода скользящего среднего. В нем вместо линейной аппроксимации в окрестности каждого измерения $x_i = x(t_i)$ по методу наименьших квадратов строится аппроксимирующий полином первого порядка. Выборочное значение x_i заменяется значением полинома y_i в этой точке[2]:

$$y_i \quad = a_0 + a_1 t_i + a_2 {t_i}^2 + \ \dots + a_l {t_i}^l \quad (4)$$

При этом на усредняющем интервале (окно сглаживания) используется по m соседних точек слева и справа от точки t_i. Суть метода Савицкого-Голэя заключается в том, что по анализируемому ряду, как и в методе скользящего среднего, пробегает временное окно, внутри которого эмпирическая зависимость аппроксимируется с помощью полинома заданного невысокого порядка, начиная с квадратичной функции. Результат аппроксимации – гладкая дифференцируемая функция, из которой путём дискретизации выбираются значения, соответствующие моментам времени, в которые фиксировались отсчёты исходного сигнала[3-6].

3. Экспериментальная часть

В ходе исследования разработаны модели фильтров скользящего среднего и фильтра Савицкого-Голея в среде Matlab. Сделано сравнительный анализ между выбранными фильтрами. В качестве тестовых сигналов использовался синусоидальный сигнал, и к нему добавляется шумы разного уровня и шумовой сигнал фильтруется и получали сглаженный сигнал. Дальше находится среднеквадратичное отклонение фильтрированных сигналов и время фильтрации.

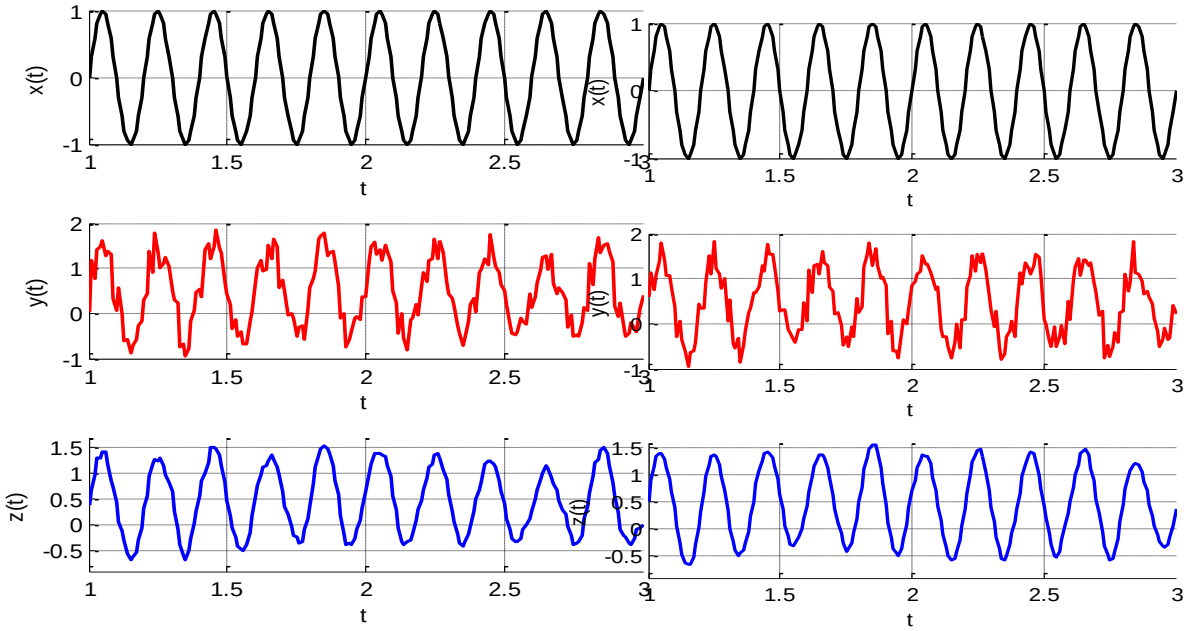
Тестовый синусоидальный сигнал в выбранном интервале времени t = 1:1/100:3:

$$x(t) = 2\pi \sin(\omega t) \quad (5)$$

к нему добавляется шумовой сигнал разного диапозона, таким образом шумовой сигнал фильтруется и находится среднеквадратичное отклонение фильтрованных сигналов.

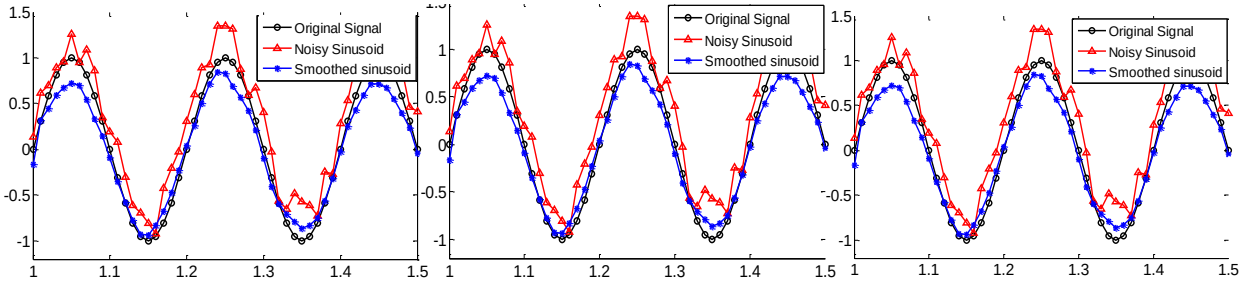
$$y(t) = x(t) + A\xi(t) \quad (6)$$

Результаты фильтрации выбранными методами приведены ниже (Рис.1).



а) б)

Рис. 1. Сравнительный анализ фильтрации сигналов (уровень шума А=0,9) а) фильтр скользящего среднего, б) фильтр Савицкого-Голея



а) б) в)

Рис. 2. Полученные сигналы после фильтрации (уровень шума А=0,9)
а) фильтр скользящего среднего, б) фильтр Савицкого-Голея

Чтобы сделать сравнительный анализ вычислили среднеквадратичное отклонение фильтрованных сигналов с выбранными нами методами фильтрации и определили время вычисления фильтрации сиогналов данных методов. Результаты вычисления приведены в таблице 1.

Таблица-1. **Сравнительный анализ фильтрации сигналов**

Амплитуда шума, А	MSE- среднеквадратичное отклонение, t-время вычисления,	фильтр скользящего среднего	фильтр Савицкого-голея
A=0.1	MSE	0.0073	0.0035
	t	0.213331	0.198513
A=0,3	MSE	0.0299	0.0233
	t	0.163462	0.189916
A=0,5	MSE	0.0709	0.0629
	t	0.211657	0.222453
A=0,7	MSE	0.1298	0.1439
	t	0.163887	0.194200
A=0.9	MSE	0.2161	0.2291
	t	0.171840	0.209809
A=1	MSE	0.2529	0.2597
	t	0.201971	0.196455

Заключение

Проведено сравнение методик фильтрации сигналов при разных уровнях шума методами скользящего среднего и метод фильтрации Савицкого-Голея. Установлено, что наиболее оптимальным методом фильтрации сигналов являются фильтр Савицкого-Голея, так как данный фильтр эффективно устраняет влияние шума и время фильтрации сигнала ниже.

Применение фильтра Савицкого-Голея позволяет проводить высокоточные измерения физических сигналов в режиме реального времени. Предложенный алгоритм позволяет успешно подавить шумы и помехи, сопуствующие полезному сигналу и реализовать эффективную фильтрацию.

ЛИТЕРАТУРА

[1] H.Azami, K.Mohammadi, B.Bozorgtabar, “An Improved Signal Segmentation Using Moving Average and Savitzky-Golay Filter”, Journal of Signal and Information Processing, 2012,3,39-44.

[2] D.Acharya, A.Rani, Sh.Agarwal, V. Singh, “Application of adaptive Savitzky—Golay filter for EEG signal processing”, Perspectives in Science (2016), 677—679.

[3] Джиган В.И. Адаптивная фильтрация сигналов: теория и алгоритмы. — М.: Техносфера, 2013.

[4] Никонов А. В., Давлетшин Р. В., Яковлева Н. И., Лазарев П. С., Фильтрация методом Савицкого-Голея спектральных характеристик чувствительности матричных фотоприемных устройств //Успехи прикладной физики- 2016.

[5] Hargittai, S., 2005. Savitzky—Golay least-squares polynomial filters in ECG signal processing. Comput. Cardiol. 32, 763—766.

[6] Li, J., Deng, H., Li, P., Yu, B., 2015. Real-time infrared gas detection based on an adaptive Savitzky—Golay algorithm. Appl. Phys. B: Lasers Opt. 120, 207—216.

[7] Savitzky, A., Golay, M.J.E., 1964. Smoothing and differentiation of data by simplified least squares procedures. Anal. Chem. 36, 1627—1639.

[8] *Browne M., Mayer N., Cunmore T.* // Digit. Signal Proc.2007. Vol. 17. P. 69.

[9] Baijal, S., Singh, S., Rani, A., Agarwal, S., 2015, December. Perfomance evaluation of S-Golay and MA filter on the basis of whiteand flicker noise. In: Advances in Signal Processing and Intelligent Recognition Systems. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol. 425., pp. 245—255.

Бурисова Д.Ж., Серикбаев А.А., Ахтанов С.Н., Исимова А.Т.

Телекоммуникациялық жүйелерде түрлі шуыл деңгейлеріндегі сандық сигналдарды фильтрлеу әдістері

Түйіндеме. Мақалада телекоммуникациялық жүйелерде сандық сигналдарды фильтрлеу әдістері қарастырылады. Таңдалынған әдістерден орташа квадраттық ауытқу мәндері және фильтрлеу уақыттары бойынша фильтрлеу әдістерінің эффективтілігі зерттелінген. Фильтрлердің нәтижелерінің эффективтілігі бойынша қорытынды салыстыру жұмысы жүргізілген. Фильтрлеу әдістерін зерттеудің қажеттілігін көрсететін қорытынды жасалынған.

Кілтті сөздер: фильтрлеу әдістері, орташа жылжымалы фильтр, Савицкий-Голей фильтрі.

Burissova D.Zh., Serikbaev A.A., Akhtanov S.N., Issimova A.T.

Methods of digital signals selecting of different noise level in telecommunication systems

Summary. The article describes the methods of digital signals selecting in telecommunication systems. Effective selecting by calculating average statistical deviation and filtration time is studied among chosen methods. The final comparison of the filters efficiency results is carried. Conclusions are made, displaying the necessity to investigate selecting methods.

Key words. selecting methods, a moving average, a Savitsky-Golay.

УДК 602.62

Е.Н. Әмірғалиев[1,2], С.М Дауылбаев[1], М. Кунелбаев[1], О.А. Әуелбеков[1], А.У. Калижанова[1,2], А.Х. Козбакова[1]

([1]ҚР БҒМ ҒК Ақпараттық және есептеу технологиясы институты, Алматы, Қазақстан
[2]әл- Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы
amir_ed@mail.ru, murat7508@yandex.kz, omirlan@mail.ru, kalizhanova_aliya@mail.ru, ainur79@mail.ru)

БИОМАССАНЫ АНАЭРОБТЫҚ ЫДЫРАТУ ЖӘНЕ БИОГАЗ ӨНДІРУ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҮДЕРІСТЕРІНІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН БАҚЫЛАУ

Аңдатпа. Мақалада автоматтандырылған жылыту жүйесі бар биогаз өндіру технологиясының үдерістері және жүйенің жұмыс істеу режимдері тәжірибелік жолмен зерттеліп қарастырылады. Биомассаны анаэробтық

жолмен ыдырату үдерістерінің негізгі параметрлері және жүйенің шкі параметрлерінің анаэробтық биореакторлардағы ағынды суларды тазарту әсерлері қарастырылады. Анаэробтық биореакторлардың сипатамаларын талдау барсында анаэробтық үдерістердің жетістіктері мен кемшіліктері талданады Анаэробтық ыдырату қалдықтарды өңдеуде тиімді технология екені көрсетіледі.

Кілттік сөздер: анаэробтық, биомасса, биогаз, технология, биотехнология.

Кіріспе. Қалдықтарды өңдеудің жақсы бір нұсқасы анаэробты бөлу (AD) болып табылады. Анаэробтық тоздыру немесе қорыту биомассаның ыдырауынан тұрады. Биологиялық процестер көбінесе ластауыш заттарды жою үшін, ағынды суларды тазартуда және қазіргі уақытта көптеген биологиялық емдеулерде қолданылады [1,2]. Анаэробты және аэробты процестерді салыстыру нәтижесінде анаэробты процесс шлам өндірісінің бір бөлігі болып табылатыны анықталды. Сондықтан анаэробты процесс улы материалдардан тұратын күрделі өнеркәсіптік сарқынды суларды немесе тіпті тұрмыстық сарқынды сулардың төмен концентрациясын өңдеуде өте қажеттігі айқындала түсті [3, 4]. Қазіргі заманда қоршаған ортаны қорғау мүмкіндіктері мен ресурстарды сақтауға мақсаттарында анаэробты емдеу мен анаэробты биореакторларға үлкен көңіл бөліуде [3, 5, 6].

Анаэробты қорыту процесі қарапайым және тиімді қолданылатын энергия көзі болып табылады. Қарапайым қайнату ыдысы ас қорыту камерасынан, арнайы ыдыста, сұйықтықты және биогазды шығаруға арналған арнайы арна тесігінен тұрады. Биогаз арнайы ыдыста жинақталады және осы жерде оны энергия көзі ретінде қолдануға болады. Анаэробты реакторды пайдалану Бомбейдегі алғашқы анаэробты қайнату ыдыстарының қолданылуымен 1859 жылы басталды [7]. Содан кейін, бұл технология 1895 жылы септикалық бактарды газразрядты шамдарға арналған газдарды өндіру үшін қолданған, алғашқы нқсқалары Англияда жасап шығарылды. Өткен ғасырдың 30-жылдары анаэробты қорыту ғылыми зерттеулердің арқасында бұл технологияның өндіріске енгізілу мүмкіндіктері кеңейтілді [8].

Септикалық резервуар анаэробты биореактордың (AB) бірінші буыны болып табылады. 1970 жылдардың соңында анаэробты қалдықтарды көбіктендіру (UASB) процесін доктор Gatze Lettinga жасап шығарды және оның әріптестері AB-ның екінші буынын ұсынды [9, 10]. Алғашқыда, UASB реакторы қарапайым және қымбат емес болды, бірақ реактордың маңызды қаситті ретінде үшфазалы сепаратор түйіршікті қалдықтарды жуғыш сипатын айта кету керек.

Қалдықтардың кеңейтілген түйіршіктелген қабатындай (EGSB) және ішкі айналмалы реактор (IC) сияқты AB-ның үшінші буыны екінші буында жасалынды.

Мысалы, ағынның жоғары дәрежедегі жылдамдығы қалдық қабаты арқылы өтетін ағынды суларға арналған. Ұлғайтылған ағын қалдықтың түйіршіктелген қабатын біртіндеп кеңейтеді (сұйылту), ағын су мен шламның байланысын жақсартады, сонымен қатар сегрегацияны күшейтеді. Ағынның жылдамдығын жоғары реакторларды қолдану арқылы немесе ағынды суды қайта айналдыруды қосу жолымен ұлғайтуға болады (немесе екеуін де пайдаланып) [3, 11-13]. Кейбір жоғарғы жылдамдықты анаэробты биореакторларының (SAB) пайда болғанына көп уақыт болмады Chen et al. [11-13]. Үшінші буын анаэробты биореакторларын және SAB-ты жасау, ағын жылдамдықтарындай процесс параметрлері, ағынды бөгеу уақыты (SRT) және гидравликалық бөгеу уақыты (HRT) және биореакторлық құрылым (ішкі компоненттер) анаэробты биореакторлар үшін микроағзаларды өсірудің маңызды факторлары болып табылатынын көрсетеді [3, 11-13]. Осылайша, бұл жұмыс анаэробтық процестердің артықшылықтары мен кемшіліктерін көрсетеді және анаэробтық биореактордың сипаттамаларын түсіндіреді. Сондай-ақ ол негізгі процестің параметрлерін және олардың анаэробты биореакторларда ағынды суларды тазартуға әсерінің ішкі компонентерін енгізеді.

Зерттеу әдістері

Өсімдік шикізатының жаңартылған ресурстарын қолдануға негізделген биоотын саласының дамуы, әлемдік деңгейдегі болып жатқан процесстерге климаттың өзгеруі және шикі мұнай бағасының тоқтаусыз өсуі және т.б себептерге байланысты. Биологиялық отынның басқа отын түрлерінен басты айырмашылығы - ол бактерияларды қолданып өндіріледі және қоршаған ортаны ластамайды.

Көптеген мемлекеттер мұнайға тәуелділіктерін азайту, экологияны жақсарту мақсатында биоотынмен қамтамасыз етудің ұлттық бағдарламалары мен жобаларын жасауда және дамытуда. Егер мұнайлық отынға 5% биоотын қосылатын болса, онда қоршаған ортаның көмірқышқыл газымен ластануын 2%-ға қысқартуға болады. Биоотын өндірісімен айналысу үшін жер ресурстары болуы қажет. Бұл көрсеткіштер бойынша Еуропа өзін 50%, ал Жапония тек 5% қамтамасыз ете алады. Сондықтан шет елдік мемлекеттер биоотын шикізатын өсіру үшін инвестицияларды құятын жобаларды қарастыруда [16].

Қазақстан – жер көлемі бойынша дүние жүзінде тоғызыншы орынды алады және пайдалануға жарамды, көп көлемді жер ресурстары бар. Сондықтан әлемдегі көптеген мемлекеттер Қазақстанды

тек қана мұнайлы держава деп қана қоймай, қайта жаңартылатын энергия көздерін осында өсіруге болатын бай жер ресурстары бар мемлекет деп қарайды.

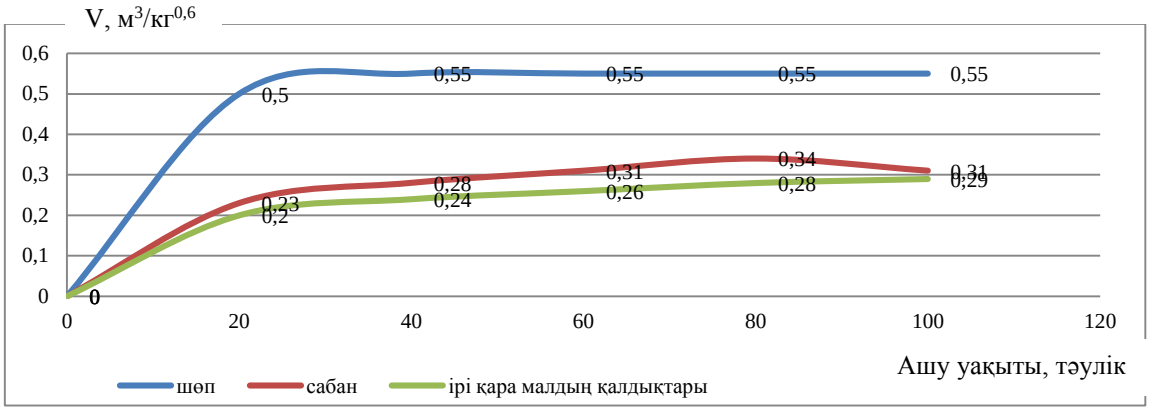
Биогаздың құрамы және мөлшері әрдайым тұрақты болмайды және өңделетін субстраттың түріне, өндіріс технологиясына байланысты.

Биогаз қондырғыларының дұрыс жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін, газдың құндылығын сақтағанда немесе жоғарлатқан кезде биогаздың көп мөлшерін алуға болатын, ферменттену процессі дұрыс ұйымдастырылуы керек.

Биогазда метанның мөлшері көп және жану жылылығы да жоғары болса, биогаздың ауыл шаруашылықта қолданылуында кең мүмкіншіліктер ашылады. Биогазды өндіру және қолдану жүйесін құрастырғанда, аймақтық және сыртқы жағдайларды ескере отырып, қондырғыны жинақтаудың ең қолайлы әдісін таңдау керек.

Биогазды қондырғының жалпы жылу жұмсағыштығына – биореактордағы ашытылған субстраттың температурасын қадағалау және қыздыруға жылу ағынын жіберу жатады. Биогазды негізгі отын түрінде қолдану, пайдалануға жіберетін шығындарды азайтады және биогазды қондырғының энергетикалық ПӘК жоғарлатады.

Әр түрлі органикалық материалдардан газды бөліп алу үшін, әрқайсысына өзіне ғана тән ашу процессі қажет. Осыған орай, газдың шығымы жұмыс уақытына бірінші кенеттен жоғарлап, кейін максимумға жеткенде ақырындап түсе бастайды (сурет 1).



1-сурет. 1 кг құрғақ затқа санағандағы газдың шығымы. Ашу темературасы 30^0С

Биогаз энергиясын пайдалануда, келесі негізгі бағыттарды ерекшелеуге болады :

– БГҚ-ның өзінің қажеттіліктерін жабу үшін;

– ауыл шаруашылық өнімдерді және кептіру немесе ғимараттарды жылыту үшін, жылы ауа немесе ыстық газдар түріндегі отын ретінде;

– жылыжайда отын немесе өсімдіктерді көмірқышқыл газымен қоректендіру үшін;

– көлік құрал - жабдықтарының қозғалтқыштары үшін жанармай ретінде;

– органикалық қалдықтарды термиялық өңдеуден өткізу үшін;

– электр қуатын алу үшін;

– жануарларға тамақ дайындау және ыстық су алу үшін ;

– ауыл шаруашылық кәсіпорындардың күнделікті қажеттіліктері үшін;

– биомассаны анаэробты өңдеу кезінде пайда болған, ашытылған субстратты кептіру үшін.

Ауыл шаруашылық кәсіпорындарының бөлмесін және жылыжайды салқын уақыттарда жылыту үшін инфрақызыл сәулесі бар пештерде немесе қазанды қондырғыда жанатын биогаз қолданылады.

Биогазды іштен тұтанатын қозғалтқыштар үшін отын ретінде қолданылса, алдымен оны оның құрамына кіретін механикалық қалдықтардан және балласты газдардан терең тазартылуы керек, бұл шығатын отынның бірнеше рет қымбаттауына әкеледі. Биогазды мотордың жанармайы ретінде қолдану агрегаттың қуатының төмендеуіне әкеледі.

Электр энергиясын өндіру жылу энергиясын алумен отын ретінде биогаз қолданылатын когенерациялы қондырғыларда параллель жүргізілсе, кәсіпорынға электр және жылу энергиясынан тіуелсіз болуына мүмкіншілік береді.

Қазіргі таңда ауылшаруашылық БГҚ анаэробты ферментациядан кейінгі қалдықтарды кептіру үшін отын түрінде биогазды қолдану терең зерттелген жоқ. Термиялық кептіргіштерде биогазды күйдіру процессі терең тазартуды талап етпейді және алынған отынды тиімді пайдалануына мүмкіншілік береді.

Биогазды өңдеуден кейін алынған қалдықтар құнарлы заттарға бай және оларды тыңайтқыштар ретінде қолдану тиімді болып келеді. Осыған орай алынған тыңайтқыштар биогазды комплекстің өтелімділік уақытын қысқартады және шаруашылыққа қосымша табыс әкеледі.

Қазіргі кезде белсенді техногенезде антропогенді іс әрекеттің қалдықтары немесе қосымша өнімдері болатын әр түрлі органикалық материалдарды және мелиоранттарды пайдалану кең қолданыс тапты.

Биотехнологиялық, ормандық, ағаш жасау және ағаш өңдеу өндірістерінде комуналды шаруашылықта және де тағамдық өндірістерінен алынған органикалық қалдықтарды тыңайтқыштар мен мелиоранттар түрінде қолдану сұрағы қарастырылған. Берілген материалдар жаңа органикалық тыңайтқыштарға жатады.

Ғалымдардың зерттеуі бойынша азық-түлік өндірісінің органикалық қалдықтарын жаңа органикалық тыңайтқыш түрінде пайдалануға болады. Тыңайтқыш түрінде спиртті барда, қант өндірісінің қалдықтары, технологиялық сулар, азықтық өндірістегі әр түрлі қалдықтарды микробиологиялық синтездеу арқылы алынған микробты биомасса және басқа да тыңайтқыштар қолданылады.

Жаңа тыңайтқыштар түрінде қолданылатын көптеген қалдықтар жоғары ылғалдылық пен органикалық заттардан тұрады, бірақ азықтық элементтері аз. Кейбір бөліктерін таза күйінде қолдануға болады.

Жаңа органикалық тыңайтқыштар есептеулер бойынша жалпы органикалық тыңайтқыштар көлемінен 0,05 - 0,07%-дан жоғары еместігіне қарамастан, оған деген сұраныс елімізде 800 млн.т - бұл көрсеткіштер тұтынушылар бойынша төмен, ал ресурстарды есептеуде жоғары.

Ауыл шаруашылық, тағамдық және өңдеу өндірістерінің қалдықтарын қолдлануға мүмкіндік бар, осы қалдықтардан алынған дәстүрлі емес тыңайтқыштар және мелиоранттардың көп бөлігін жаңа тыңайтқыштар мен мелиоранттар алуға негіздейді.

Азық - түлік өндірісінен көп мөлшерде органикалық қалдық алынады. Сыра қайнату процессінде көп көлемде органикалық қалдық алынады, негізгі бөлігі - сыра бытырасы. Бірақ, агроөнеркәсіп комплексінде сыра бытырасын қосалқы шикізат ретінде қолдануда проблемалар бар және оның артылған мөлшерін табиғат ортасына кіргізгенде оңай сіңіргіш бос органикалық заттардың болады. Сол себептен тағамдық өндірістен алынған аз қолданылатын қалдықтардың биожүйелерге әсерін тексеру керек.

Сыра бытырасының pH мәнін анықтау.

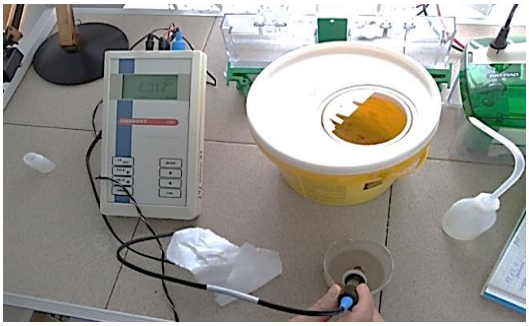
МЕМСТ 52808 бойынша биогазды қондырғыда метан шығаратын бактериялардың қауымдастығы үшін қолайлы қышқыл отрасын қамтамасыз ету керек.

Шикізатқа байланысты ең қолайлы pH мәні 5,5-8,5 аралықты қамтиды.

Эксперименттер барысында 2 суретте көрсетілген Consort C931 pH метрі қолданылады.

Жұмыстың орындалу әдісі:

1. Сыра бытырасы сумен араластырылады;
2. Сынамаға алынған ыдысты ¾ көлеміндей өніммен толтырылады;
3. Егерде құрамында ірі тастар болса, алып тасталынады;
4. pH метр датчигінің қорғағыш қалпақшасын ашып, дистилденген сумен pH электроды шайылады;
5. Электрод құрғақ қағазбен ақырын сүртіледі;
6. pH электродын сұйықтыққа енгізеді;
7. pH мәнінің тұрақталғанын күтіп, нәтижелер жазылып алынады;
8. Зерттеу аяқталғасын pH электродын қайтадан дистилденген сумен шайып, корғағыш ыдыспен жауып қояды.



2-сурет. Consort C931 pH метрі

Сыра бытырасын анаэробты қайта өңдеуде қолданылатын өнімнің және процестің параметрлерін бақылау.Электрэнергиясының шығынын бақылау.

Жүйедегі суды жылытатын жылыту багінде орналасқан электротеннің және биореактордың жоғарғы бүйірінде орналасқан электросорғының тұтынатын энергия мөлшерін анықтау маңызды болып табылады. Ол үшін жұмсалған энергия мөлшері энергия санаушы арқылы өлшенеді.

Ал жұмсалған судың мөлшері 3 суретте көрсетілген су шығынын санаушысы арқылы анықталады.

3-сурет. Су шығынын өлшейтін санауыш

Субстрат температурасының және pH өзгерісін бақылау

МЕМСТ 52808 бойынша биогаз қондырғысында ашу процесі үшін қолайлы температуралық режимі болу керек.

Органикалық қалдықтарды биогазға өңдеу үшін МЕСТ Р 52808 бойынша үш кезеңі белгілі:

1. Психрофильді – 20 ºС тан -25 ºС дейін;
2. Мезофильді - 20 ºС -40 ºС ;
3. Термофильді - 40 ºС жоғары.

Температураның тұрақты деңгейде болуын бақылау өте маңызды болып табылады. Биогаз қондырғысының ішіндегі температураны анықтау үшін – DS - 1 маркалы термометрі қолданылады.

4-сурет. DS - 1 маркалы термометрі

Субстрат pH мәнінің өзгерісін тәулігіне бір рет күн сайын pH метрмен анықталады.

Зерттеулерді жүргізу

Жұмыстың мақсаты: өсімдік тектес қалдықтардан газдың бөлінуін инновациялық технологиялармен зерттеу

Қойылған мақсатқа сәйкес келесідей міндеттер қойылды және орындалды:

- өндіріс қалдықтарынан биогаз және биотыңайтқыш алу жұмыстарына әдеби және патенттік-лицензионды шолу жасау;
- сыра бытырасынан газдың бөлінуі зерттеулерін жүргізу үшін зертханалық қондырғыны қосу және жайғастыру;
- сыра бытырасын гидролиздеуге дайындау кезеңіндегі көрсеткіштерді анықтау;
- сыра бытырасын анаэробты ашыту процесін жүргізу;
- анаэробты ашыту кезеңіндегі сыра бытырасының және қондырғы жұмысының параметрлерін анықтау;
- жүргізілген теориялық және тәжірибелік зерттеулер негізінде биогаздың бөлінуіне әсер ететін негізгі факторларды талдау.

Қойылған міндеттердің бірінші тармағындағы әдеби және патентті-лицензионды шолу жүргізу мақсатында Ұлттық кітапханада (Астана қ.) орналасқан диссертациялар қоры мен Ұлттық ғылыми-

техникалық орталықтың патенттер қоры, сонымен қатар, Ресей Федерациясының Патенттер қоры пайдаланылды.

Эксперименттерді жүргізу үшін кафедраның 0104а оқу-зерттеу зертханасында орналасқан биогаз қондырғысы мен құрал-жабдықтары, сыра бытырасының ылғалдылығын анықтау үшін «Физика және химия» кафедрасы зертханасы, ал pH мәнін анықтау үшін университеттің «Ауылшаруашылық биотехнологиясы ҒЗИ» ЖШС жабдықтары пайдаланылды.

Зерттеу барысында анықталған сыра бытырасының көрсеткіштері және оларды анықтау аспаптары мен құрылғылары. Сыра бытырасының көрсеткіштері.

Бытыраны сыра цехынан алып келгеннен кейін 4 бөлімдегі әдістерге сүйене отырып, негізгі көрсеткіштері анықталды. Олар: ылғалылық; pH мәні ; температурасы; дисперсті құрамын

Сыра бытырасының ылғалдылығын бөліміндегі әдіспен анықтадық. Бытыраның ылғалдылығы 65 %-ға тең болды.

Осы ылғалдылығын ескере отырып сыра бытырасын 50:50 қатынасында 60 кг бытыраға 60 л сумен араластырып, биорекакторға қабылдағыш патрубок арқылы еңгіздік.

Бытыраның қышқылдық ортасы бөліміндегі әдісіне сай анықталды:

– Сыра бытырасының pH = 6,0;
– Гидролизден соң (су қосқан соң) pH = 6,5;
– судың pH=7,757 (t=31,4^{0}C)

Температурасын термометрмен анықтаған кезде:

– $t_{бытыра}$ = 45^0 C;
– $t_{су}$= 40^0 C; (термометрмен анықтадық)
– $t_{бөлме}$= 19^0 C (Фауна көмегімен анықтадық)

Сыра бытырасының фракциялық құрамын бөлшектердің мөлшерімен анықтау әдісі. Әр фракцияның бөлшектердің мөлшері бойынша массалық бөлшегін табу үшін електерді қолданады. Бұл електер келесі елеу қасиеттерімен сипатталады: 0,071мм>х, 1,25мм>х>0,071мм, 1,25мм>х>0,071мм және 1,66мм>х>1,25мм.

10 г өлшенген сыра бытырасын бірінен бірі елеу қабілеті азая беретіндей орналасқан електерден еленеді. Әр електе қалған сыра бытырасының массасын аналитикалық таразыларда анықтайды.

Сыра бытырасының фракциялық құрамын бөлшектердің мөлшерімен анықтауды келесі формуламен анықтайды:

Массалық үлесі = m/M*100%, m- бөлшектердің анықталған мөлшерімен фракция массасы; M – сыра бытырасының бастапқы массасы.

Биогаз қондырғысына субстратты жүктеу.

Массасы 120 кг субстратты (60кг бытыра және 60л су) қабылдағыш құбыры арқылы биореакторға еңгіздік. Бұл кезде температура:

– су багінің $t_{су\ багі}$ = 62^{0}C;
– реактор ішінде $t_{реактор}$ = 38,7^{0}C;
– бақылауышқа қойылған $t_{қойыл}$ = 65^{0}C

Қолданылған аспаптар мен құрылғылар

Бұл бөлімде сыра бытырасын шағын биогаз қондырғысында анаэробты қайта өңдеу арқылы биогаз және биотыңайтқыш алу тәжірибелері баяндалады.

Келесі аспаптардан тұрады:

1) Жылыту қондырғысы;
2) Судың электр санаушысы;
3) Энергия санаушысы;
4) Температура бақылағыш;
5) Термометр;
6) Қабылдау бөлімі.

Биораекторға биомассаны қолмен немесе қабылдағышпен салады. Резервуар құрастыруда мырышпен қапталған болат, композициялы материалдар, темір-бетон қолданылады. Биореакторда қоректік ортасы – бимасса, ал тіршілік әрекеті үшін өнім ретінде – биогаз болатын, анаэробты бактериялар бар.

Бұл қондырғының негізгі міндеті – өсірілетін бактериялардың тіршілік әрекетіне қажетті (тыныс алуын, қоректенуін, метаболиттерді қамтамасыз ету) барлық жағдайларды жасау және осы бактериялардан алынатын газдын шығуын қадағалау.

5-сурет. Лабораториялық биоқондырғының жалпы көрінісі

Зерттеулерді жүргізу стенд аспаптары мен құрылғыларының сипаттамасы.

Бұл жұмыстың мақсаты биоқондырғылардың жұмыс қуаты мен көлемі ұлғайған сайын, қондырғының әр түрлі тораптары мен агрегаттарына жасалатын техникалық шешімдерді зерттеу. Мысалы реактор көлемі 0,2м^3 лабораториялық және орташаруалық 10м^3 пен 30м^3 қондырғы арасындағы техникалық шешімдер бір-біріне ұқсай қоймайды. Реактор көлемі 0,2м^3 толыққанды лабораториялық болып табылады. Биогаз шығымы тәулігіне 2,3 м^3. Реактордағы жалпы субстрат көлемі 140 литр, ал таза қалдық көлемі 70 кг яғни субстраттың 50 пайызы таза су. Реактордағы температура 50-56 градус Цельсия аралығында, жұмыс істеу режімі термофильді. Лабораториялық биоқондырғының жалпы көрінісі 6- Суретте көрсетілген.

Жалпы барлық биоқондырғылар құрылысы келесі бөліктерден тұрады:

1. Шикізатты дайындау және гомогенизациялау жүйесінен;
2. Жылу оқшаулағыш жүйесі бар реактор-метантенктен;
3. Реакторды жылыту жүйесінен;
4. Реактордағы биомассаны араластыру жүйесінен;
5. Газгольдер және шыққан биогазды тазалау жүйесінен;
6. Қорытылған биогумусты сыртқа шығару жүйесінен;
7. Биоқондырғының микропроцессорлік алгоритм басқару жүйесіндегі автоматика және телебасқару бөлігі;

Төменде биоқондырғының бөліктік – сұлбалық көрінісі көрсетілген.

6-сурет. Биоқондырғының бөліктік – сұлбалық көрінісі

Бұл көрсетілген бөліктік – сұлбалық көрініс барлық биоқондырғыларға тән. Лабораториялық болсын немесе толыққанды үлкен өндірістік кешен болсын барлығында жоғарда көрсетілген бөліктерден тұрады. Бірақ үлкен өндірістік кешендерді лабораториялық немесе аз көлемдегі (10м^3 - дейінгі) кішігірім қондырғылармен салыстыруға мүлдем келмейді. Себебі қондырғы неғұрлым үлкен болған сайын, ондағы кездесетің мәселелер мен техникалық шешімдер әр түрлі.

Зерттеуді жүргізген кезде бақыланатын операциялар

Ашыту процессін, ашыған масса түсіне байланысты тексеру.

Биореакторда шикізаттың ашу процессінің қалай жүріп жатқанын биогаз бөліну қарқындылығына және биореактордан шығатын ашыған масса түсіне байланысты тексерді. Биогаз болмауын немесе оның аз мөлшерде бөлінуі микроағзалардың төмен белсенділігін көрсетеді және оны ашыған массаның сұр түсімен анықтайды. Тағы бір себебі ашыту процессін сөндіретін микроағзалардың болмауы, оны қайта түзеу үшін күшті концентрлі микроағзалары бар қоректік ерінтілер болуы керек. Қоректік заттар жоқ болған жағдайда, қышқыл түзіледі және микроағзалардың белсенділігі төмендейді. Ашыған шикізаттің түсі қара түске өзгереді, ал олардың бетіне көбіршіктер түзілуі мүмкін.Қышқылды ізбес суымен немесе өсімдік күлімен бейтараптауға болады. Егер ашыған масса түсі қою қоңыр түсті болса және де оның бетінде көбікшелер пйда болса, онда ашуды процессін дұрыс деп санауға болады

Шикізатты жүктеу дозасы

Биогаз қондырғысын тиімді пайдалану үшін шикізатты тәуліктік жүктеуі және оны периодты болу керек. Жүктеу дозасының үлкендігі тұрақсыз және шикізат түріне, ашыту температурасына және шикізаттағы құрғақ өнім концентрациясына байланысты. Шикізаттың тәуліктік жүктеу дозасы, реактордың тәулігіне 1-5%-дан аспайтын болса, онда биогаз үлкен дозалыдан 10-20%-ға аз алынады. Бірақ тәулігіне үлкен доза жүктегенде биогазда метан мөлшері азаяды, ал көмір қышқыл газы көбейеді. Мезофильді температура тәсілімен ашытатын қондырғыға 6-10% толық жүктелетін шикізат 10-20 тәулік ашыған жағдайда оптималды деп саналынады. Термофильді температура тәсілімен ашытатын қондырғыға 15-25 % толық жүктелетін шикізат 4-8 тәулік ашыған жағдайда оптималды деп саналынады. Психофильді температура тәсілімен ашытатын қондырғыға күнделікті жаңа шикізат салу жағдайда 2% жүктеу керек. Ал бөлшектік(порциялық) жүктеу әдісін қолдансақ, онда биореакторды 2/3 бөлігіне жүктеймізде, 40 күн шикізат қоспай өңделеді.

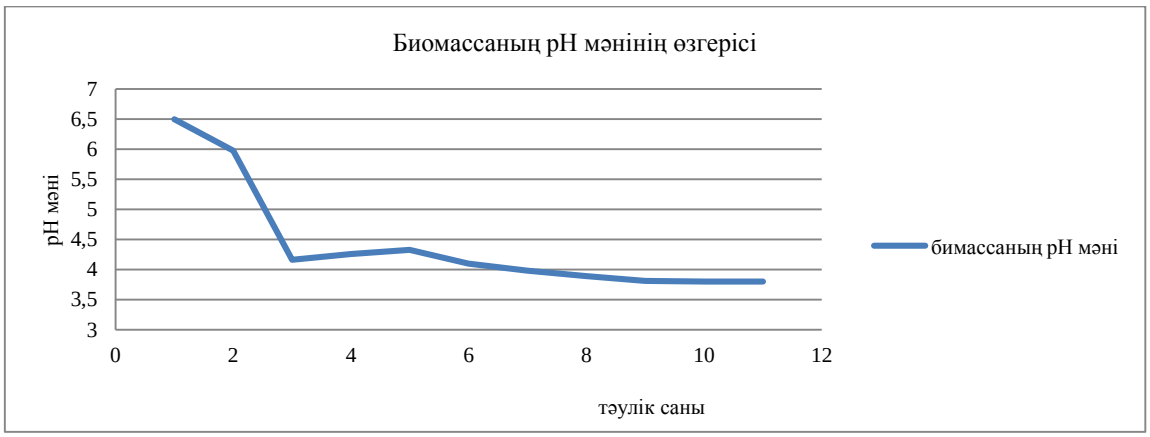
Жүктеу және айналдыру жиілігі.

Тәуліктік доза реакторға тұтас салынбауы керек, керісінше жай-жайдан белгілі бір уақыт сайын 4-6 рет тәулігіне салынып отыру қажет. Шикізатты жүктеген соң араластыру керек. Араластыру күйі мен жұмысы күн сайын тексеріліп отырады.

Шикізат деңгейін бақылау

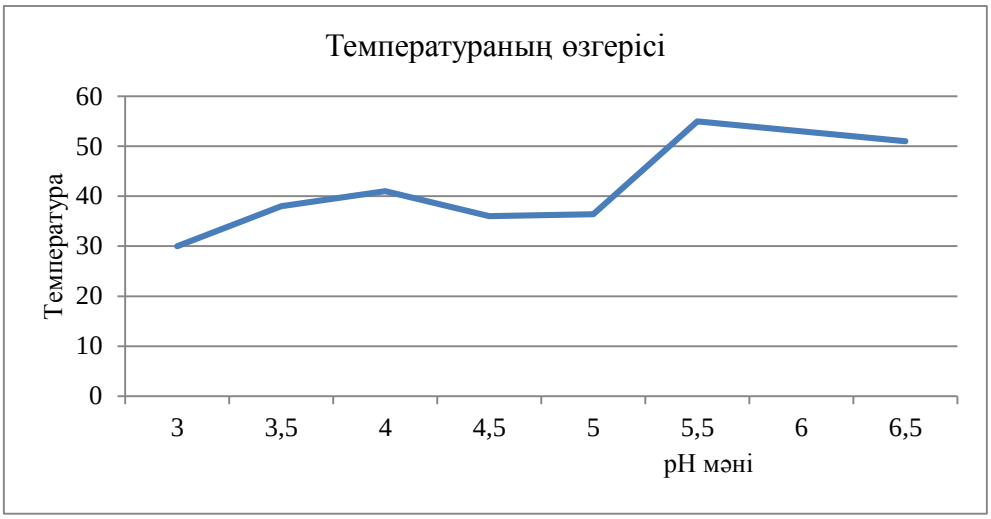
Шағын қондырғылардың басты мәселесі - реактор саңылауларының бітеліп қалуы. Бұл биореактор ішініне үлкен қысымға алып келуі және газ құбырының бітеліп қалуына алып келуі мүмкін. Осындай жағдайларды болдырмау үшін шикізат деңгейін және қондырғының саңылауларының күйін күнделікті тексеріп отыру қажет.

Зерттеу нәтижесінде күнделікті анықталған pH мәнінің төмендеуіне байланысты субстрат ортасының қышқылды ортаға айналу үстінде екеніне көз жеткізуге болады. Себебі, сыра бытырасының алғашқы мәні 6,5 болса 11 тәулікте 3,8 мәніне дейін түскенін байқауға болады (7, 8 суреттер).



7-сурет. Биомассаның pH мәнінің өзгерісі

Сонымен қатар, pH мәнінің өзгерісін бақылай отырып, субстраттың мезофильді режимнен термофильді режимге көшкенін байқауға болады.



8-сурет. pH мәніне байланысты температураның өзерісі

Қорытынды

Органикалық өнімдерді анаэробты ашытуды жүзеге асыратын, жылыту жүйесі автоматтандырылған шағын биогаз қондырғысы іске қосылды және алдын ала эксперименттер жүргізілді. Эксперименттер жүргізу барысында сыра бытырасын гидролиздеу және анаэробты ашыту жүзеге асырылды. Бұл кезеңдерде сыра бытырасының және процестің негізгі көрсеткіштері бақыланып, анықталды. Бұл көрсеткіштерді бақылау үшін стандартты әдістер мен құрал-жабдықтар қолданылды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Mittal G. S., “Treatment of wastewater from abattoirs before land application—a review,” Bioresource Technology, vol. 97, no. 9, pp. 1119–1135, 2006. View at Publisher · View at Google Scholar · View at Scopus

[2] Wijetunga S., Li X.-F., and C. Jian, “Effect of organic load on decolourization of textile wastewater containing acid dyes in upflow anaerobic sludge blanket reactor,” Journal of Hazardous Materials, vol. 177, no. 1-3, pp. 792–798, 2010. View at Publisher · View at Google Scholar · View at Scopus

[3] Seghezzo L., Zeeman G., Van Lier J. B., Hamelers H. V. M., and Lettinga G., “A review: the anaerobic treatment of sewage in UASB and EGSB reactors,” Bioresource Technology, vol. 65, no. 3, pp. 175–190, 1998. View at Publisher · View at Google Scholar · View at Scopus

[4] Aiyuk S., Forrez I., Lieven D. K., van Haandel A., and Verstraete W., “Anaerobic and complementary treatment of domestic sewage in regions with hot climates-A review,” Bioresource Technology, vol. 97, no. 17, pp. 2225–2241, 2006. View at Publisher · View at Google Scholar · View at Scopus

[5] McCarty P. L., “Anaerobic waste treatment fundamentals,” Public Works, vol. 95, no. 9, pp. 107–112, 1964.View at Google Scholar

[6] Chong S., Sen T. K., Kayaalp A., and Ang H. M., “The performance enhancements of upflow anaerobic sludge blanket (UASB) reactors for domestic sludge treatment - A State-of-the-art review,” Water Research, 2012. View at Publisher · View at Google Scholar · View at Scopus

[7] Meynell P.-J., Methane: Planning a Digester, Schocken Books, New York, NY, USA, 1976.

[8] Reddy P. J., Municipal Solid Waste Management: Processing-Energy Recovery-Global Examples, CRC Press, 2011.

[9] Lettinga G. et al., “Use of the upflow sludge blanket (USB) reactor concept for biological wastewater treatment, especially for anaerobic treatment,” Biotechnology and Bioengineering, vol. 22, no. 4, pp. 699–734, 1980. View at Google Scholar

[10] Kato M. T., Field J. A., Versteeg P., and Lettinga G., “Feasibility of expanded granular sludge bed reactors for the anaerobic treatment of low-strength soluble wastewaters,” Biotechnology and Bioengineering, vol. 44, no. 4, pp. 469–479, 1994. View at Publisher · View at Google Scholar · View at Scopus

[11] Chen X.-G., Zheng P., Guo Y.-J., Mahmood Q., Tang C.-J., and Ding S., “Flow patterns of super-high-rate anaerobic bioreactor,” Bioresource Technology, vol. 101, no. 20, pp. 7731–7735, 2010. View at Publisher ·View at Google Scholar · View at Scopus

[12] Chen X., Ping Z., Ding S. et al., “Specific energy dissipation rate for super-high-rate anaerobic bioreactor,” Journal of Chemical Technology and Biotechnology, vol. 86, no. 5, pp. 749–756, 2011. View at Publisher · View at Google Scholar · View at Scopus

[13] Chen X.-G., Zheng P., Qaisar M., and Tang C.-J., “Dynamic behavior and concentration distribution of granular sludge in a super-high-rate spiral anaerobic bioreactor,” Bioresource Technology, vol. 111, pp. 134–140, 2012. View at Publisher · View at Google Scholar · View at Scopus.

Амиргалиев Е.Н., Дауылбаев С.М., Кунелбаев М., Ауелбеков О.А., Калижанова А.У., Козбакова А.Х.

Контроль параметров технологического процесса анаэробного расщепления биомассы и производства биогаза

Резюме. В работе рассматриваются вопросы разработки технологий производства биогаза с автоматической системой подогрева, а также проведены экспериментальные исследования апробирования режимов работы. Исследованы основные параметры процесса анаэробного расщепления биомассы, а также влияния внутренних параметров на очистку сточных вод в анаэробных биореакторах. Пронализированы преимущества и недостатки анаэробного процесса на базе определения характеристик анаэробного биореактора. Указано, что анаэробное расщепление (AD) является привлекательным вариантом для обработки отходов.

Ключевые слова: анаэробный, биомасса, биогаз, технология, биотехнология.

Amirgaliyev Ye.N., Dauylbaev S.M., Kunelbayev M., Auelbekov O.A., Kalizhanova A.U., Kozbakova A.Kh.

Parameters control of engineering process of anaerobic biomass splitting and biogas generation

Summary. The paper describes the technologies development of biogas production with an automatic heating system, as well as experimental studies of the operating modes testing. The main parameters of the process of anaerobic biomass splitting, as well as the influence of internal parameters on the wastewater treatment in anaerobic bioreactors are researched. The benefits and failures of the anaerobic process based on the determination of anaerobic bioreactor characteristics are analyzed. Th anaerobic digestion (AD) is found an attractive option for wastes treatment.

Key words: anaerobic, biomass, biogas, technology, biotechnology.

ЖОК 537.851

Б. Дуаметұлы, Б.П. Қалауов
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Алматы, Қазақстан Республикасы
bahat62@yahoo.com)

ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК ИНДУКЦИЯ ҚҰБЫЛЫСЫН ЗЕРТТЕУ

Аннотация. Ұсынылып отырған жұмыстың негізгі мақсаты – электромагниттік индукция құбылысын жүйелі түрде зерделеу арқылы индукциялық электр қозғаушы күшінің (ЭҚК) пайда болу себептерін және пайда болған индукциялық токтың бағытының өзгеру заңдылықтарын зерттеу. Электромагниттік индукция құбылысында индукциялық токтың пайда болу себебін және оның шамасының неге тәуелді болатындығын түсіну оңай болғанымен, индукциялық токтың бағытының қалай болатындығын түсіну қиын. Сондықтан, бұл жұмыс аталған мәселені шешуге өз септігін тигізеді деп сенеміз.

Түйін сөздер: магнит өрісі, магнит ағыны, магнит ағынының өзгерісі, магнит ағынының өзгеру жылдамдығы, электромагниттік индукция, индукциялық ток, индукциялық электр қозғаушы күш.

Электромагниттік индукция құбылысы магнит өрісінің электр тогын тудыратын қасиетін сипаттайды. Индукциялық электр қозғаушы күші (ЭҚК) төмендегі екі түрлі жағдайда пайда болады. Контурды қиып өткен магнит ағыны уақыт бойынша өзгерген кезде немесе контурдағы өткізгіштің бір бөлігі магнит өрісін қиып өткен кезде өткізгіштің осы бөлігінде индукциялық электр қозғаушы күші пайда болады. Өткізгіштің бір бөлігінде пайда болған индукциялық электр қозғаушы күшінің бағыты Ленц және оң қол ережесі бойынша анықталады. Контурды қиып өтетін магнит ағыны уақыт бойынша өзгерген кезде, сол контурда пайда болатын индукциялық ЭҚК-нің бағыты Ленц ережесі бойынша анықталады.

Тұйық контурдағы индукциялық токты индукциялық ЭҚК-і тудырады. Сондықтан индукциялық токтың бағыты үнемі индукциялық электр қозғаушы күшінің бағытымен бірдей болады. Ток көзінің ішіндегі электр тогының бағыты ток көзінің теріс (минус) электродынан оң (плюс) электродына қарай бағытталады. Сондықтан электр қозғаушы күшінің бағыты теріс электродтан (төмен потенциалдан) оң электродқа (жоғары потенциалға) қарай бағытталады.

Ұзындығы l түзу өткізгіш магнит өрісін қиып өткен кезде пайда болатын индукциялық электр қозғаушы күштің шамасы төмендегі өрнек арқылы анықталады

$$\varepsilon = Bl\upsilon \sin\theta, \qquad (1)$$

мұндағы θ–қозғалыстағы өткізгіштің жылдамдық векторы $\vec{\upsilon}$ мен магнит өрісінің индукция векторы $\vec{B}$ арасындағы бұрыш. ($\vec{l}$ мен $\vec{B}$ немесе $\vec{\upsilon}$ мен $\vec{l}$ арасындағы бұрыш). Егер $\theta=0^0$ немесе $\theta=180^0$ болса, өткізгіш магнит өрісі бағытымен параллель қозғалады, алөткізгіш магнит өрісін қиып өтпейтіндіктениндукциялық ЭҚК-і $\varepsilon=0$ болады. Егер $\theta=90^0$ яғни өткізгіш магнит өрісін перпендикуляр қиып өтетін болса, онда өткізгіште пайда болатын индукциялық ЭҚК-і максимал мәнге ие болады:

$$\varepsilon_{\max} = Bl\upsilon . \qquad (2)$$

Осы өрнек арқылы өткізгіш магнит өрісін $\vec{\upsilon}$ жылдамдықпен перпендикуляр қиып өткен кезде, өткізгіште пайда болатын лездік индукциялық ЭҚК-і шамасын есептеуге болады.

Тұйық контурды қиып өтетін магнит ағыны уақыт бойынша өзгерген кезде контурда пайда болатын индукциялық ЭҚК-ң шамасы Фарадей заңы бойынша анықталады.

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}, \qquad (3)$$

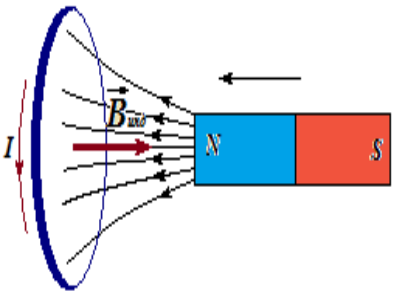
мұндағы $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ – контурды қиып өтетін магнит ағынының өзгеру жылдамдығын сипаттайды. Өлшем бірлігі Вб/с. Егер контур орам саны n болатын сым орамынан тұратын болса, онда сым орамының индукциялық электр қозғаушы күші

$$\varepsilon = -n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}. \qquad (4)$$

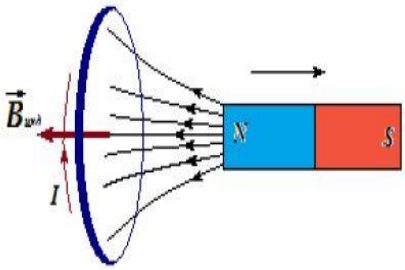
Бұл өрнек арқылы орам саны n болатын сым орамындаΔt уақыт ішінде пайда болатын орташа индукциялық ЭҚК-ін есептеуге болады.

Жоғарғы өрнектегі минус таңба Ленц ережесіарқылы анықталады. Контурда пайда болған индукциялық токтың бағыты қашанда оны туғызатын сыртқы магнит ағынының өзгеруіне қарама-қарсыбағытта болады. Ленц ережесі бойынша: контурда пайда болған индукциялық токтың тудыратын магнит ағыны қашанда өзін тудыратын магнит ағынының өзгеруіне кедергі жасайды. Сыртқы магнит ағыны $\Delta\Phi=\Phi_2-\Phi_1>0$ уақыт бойынша артатын болса, онда контурда пайда болатын индукциялық токтың тудыратын магнит ағыны сыртқы магнит ағынына қарама-қарсы болып, оның артуына кедергі жасайды. Ал сыртқы магнит ағыны уақыт бойынша кемитін $\Delta\Phi=\Phi_2-\Phi_1<0$ болса, контурда пайда болатын индукциялық токтың тудыратын магнит ағыны сыртқы магнит ағынымен бағыттас болып, сыртқы магнит өрісінің кемуіне кедергі жасайды, яғни кемуін баяулатады. Бұл заңдылықты 1-және 2-суреттерден анық байқауға болады.

1-суретте көрсетілгендей тура магнит контурға жақындаған сайын контурды қиып өтетін сыртқы магнит ағыны уақыт бойынша артатындықтан $\Delta\Phi>0$, контурда пайда болатын индукциялық ЭҚК теріс таңбалы $\varepsilon_i < 0$ болып шығады. Индукциялық ток сыртқы магнит өрісіне қарама-қарсы бағытталған индукциялық магнит өрісін туғызады, нәтижеде сыртқы магнит өрісінің артуын тежейді. 2-суретте тура магнит контурдан алыстағандықтан контурды қиып өтетін магнит ағыны уақыт бойынша азаяды. яғни, $\Delta\Phi<0$ теріс таңбалы болатындықтан индукциялық ЭҚК $\varepsilon_i > 0$ оң таңбалы болып шығады. Индукциялық ток сыртқы магнит өрісімен бағыттас индукциялық магнит өрісін туғызады, нәтижеде сыртқы магнит өрісінің кемуін тежейді. Контурдағы кемуші ток пен өздік индукция тогының бағыттары бірдей болып, токтың азаюы баяулайды.



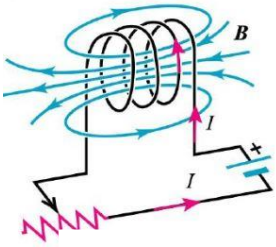
1-сурет



2-сурет

1. Өздік индукция құбылысы

Тұйық контурда ток күшінің өзгеруі, осы контурды қиып өтіп жатқан магнит ағынын өзгертеді, ал магнит ағынының өзгерісі осы контурда индукциялық ЭҚК-ін тудырады. 3-суретте көрсетілгендей контурдағы ток күші уақыт бойынша өзгеретін болса, сым орамында индукциялық ток пайда болады. Контурдың ауданын қиып өтетін магнит ағыны Ф=BS контурдағы токқа тура пропорционал $\Phi=LI$ болады. Пропорционалдық коэффициенті L=Φ/I контурдың **индуктивтігі** деп аталады. Ол сандық мәні жағынан ток күші бірлігіндегі магнит ағынын сипаттайды. Индуктивтіктің өлшем бірлігі генри (Гн) . Контурдағы ток күші 1А болғанда, магнит ағыны 1 вебер болса, онда контурдың индуктивтігі 1 Гн -ге тең. Өздік индукция ЭҚК-ін Фарадейдің электромагниттік (ЭМ) индукция заңын пайдаланып табуға болады:



3-сурет

$$\varepsilon_S = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d}{dt}(LI) = -\left(L\frac{dI}{dt} + I\frac{dL}{dt}\right). \qquad (5)$$

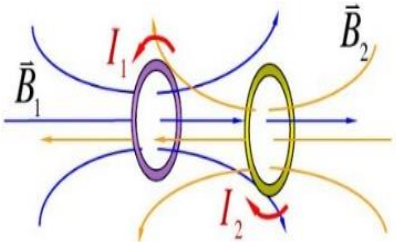
Егер L = const болса, онда

$$\varepsilon_s = -L\frac{dI}{dt}. \qquad (6)$$

Бұл формуладағы минус таңбасы Ленц ережесінен шығады, контурдағы ток өскенде өздік индукция ЭҚК-і ε < 0 теріс таңбалы болып, контурда жаңадан пайда болған *өздік индукция тогы* контурдағы негізгі токқа қарсы бағытталады, сондықтан да контурдағы негізгі токтың әрі қарай артуына кедергі жасайды. Контурдағы токты негізгі ток деп те атайды. Егер контурдағы токтың өзгерісі $\Delta I=I_2-I_1<0$ теріс таңбалы болып ток уақыт бойынша кемитін болса, онда өздік индукциялық ЭҚК-і ε > 0 оң таңбалы болып шығады. Оң таңбаның физикалық мәні контурдағы кемуші токпен пайда болған индукциялық токтың бағыттары бірдей екендігін білдіреді. Нәтижеде контурдағы кемуші ток пен өздік индукциялық токтың бағыттары бірдей болып, контурдағы негізгі токтың азаюын баяулатады.

2. Өзара индукция құбылысы

4-суретте өзара индукция құбылысының сұлбасы көрсетілген. Бірінші контурдағы I_1 ток күшін өзгерткенде, екінші контурда индукциялық ЭҚК-ң ε_2 пайда болуы немесе керісінше екінші контурдағы I_2 ток күшін өзгерткенде, бірінші контурда индукциялық ЭҚК-ң ε_1 пайда болуы **өзара индукция деп аталады**. Бірінші контурды қиып өтетін магнит ағыны Φ_1, екінші контурды қиып өтетін магнит ағыны Φ_2 десек, онда $\Phi_2 = L_2 I_1$ орындалады, яғни екінші контурды қиып өтетін магнит ағыны бірінші контурдағы I_1 ток күшіне тура пропорционал болады. Бірінші контурдағы I_1 тогының өзгеруі нәтижесінде екінші контурда Φ_2 ағыны өзгереді де осы контурда ε_2 индукциялық ЭҚК-і пайда болады:



4-сурет

$$\varepsilon_2 = -\frac{d\Phi_2}{dt} = -L_2\frac{dI_1}{dt}; \quad \text{немесе} \quad \varepsilon_1 = -\frac{d\Phi_1}{dt} = -L_1\frac{dI_2}{dt}. \qquad (7)$$

Екінші контурда пайда болатын индукциялық электр қозғаушы күшінің бағыты, яғни индукциялық токтың бағыты Ленц ережесі бойынша анықталады. Бірінші контурдағы I_1 токтың шамасы уақыт бойынша артқан сайын екінші контурды қиып өтетін Φ_2 магнит ағыны да артады. Магнит ағынының өзгеру жылдамдығы оң таңбалы болатындықтан, екінші контурда пайда болған индукциялық электр қозғаушы күші ε_2 нөлден төмен, яғни теріс таңбалы болады. Бұл теріс таңбаның физикалық мәні – екінші контурда пайда болған индукциялық токтың тудыратын магнит өрісінің бағыты екінші контурды қиып өткен Φ_2 магнит ағынына қарама-қарсы болады дегенді білдіреді. Оң қол ережесі бойынша екінші контурда пайда болған индукциялық токтың бағыты бірінші контурдағы токтың бағытына қарама-қарсы болатындығын білуге болады. Ал енді керісінше, бірінші контурдағы токтың шамасы уақытқа байланысты кемитін болса, онда екінші контурды қиып өтетін магнит ағыны да уақыт бойынша кемиді. Сондықтан, екінші контурды қиып өтетін магнит ағынының өзгеру жылдамдығы $\frac{d\Phi_2}{dt} < 0$ теріс таңбалы болып, нәтижеде ε_2 оң таңбалы болып шығады. Бұл оң таңбаның физикалық

мәні – екінші контурда пайда болған индукциялық токтың тудыратын магнит өрісінің бағыты екінші контурды қиып өткен Φ_2 магнит ағынымен бағыттас болады дегенді білдіреді. Бұдан, оң қол ережесі бойынша екінші контурдағы индукциялық токтың бағыты бірінші контурдағы токтың бағытымен бағыттас екендігін білу болады.

Индукциялық ЭҚК пен индукциялық токтың пайда болу шарты бірдей болмайды. Тұйық контурда пайда болатын индукциялық электр қозғаушы күш пен индукциялық токтың арасындағы байланыс толық тізбек үшін Ом заңы бойынша анықталады:

$$I_{инд} = \frac{\varepsilon}{R + r}, \tag{8}$$

мұндағы R – сыртқы кедергі, r – сым орамының ішкі кедергісі.

3. Магнит ағыны, магнит ағынының өзгерісі және магнит ағынының өзгеру жылдамдығы арасындағы байланыс

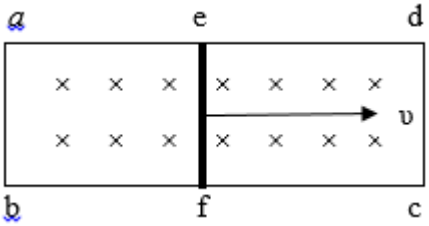
Магнит ағыны, белгілі бір ауданды қиып өтетін электромагниттік индукция сызықтарының санын білдіреді. Магнит ағынының өзгерісі дегеніміз бір сым орамын қиып өтетін соңғы және бастапқы күйдегі магнит ағындарының айырмасын $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$ айтады. Ал магнит ағынының өзгеру жылдамдығы деп магнит ағынының $\Delta\Phi$ өзгерісін сол өзгеріске кеткен Δt уақытқа қатынасын $\Delta\Phi / \Delta t$ айтады, яғни магнит ағынының өзгеру шапшаңдығы.

Фарадейдің электромагниттік индукция заңы бойынша контурда пайда болған индукциялық электр қозғаушы күштің шамасы магнит ағынының өзгеру жылдамдығына тура пропорционал, ал магнит ағынының шамасына немесе магнит ағынының өзгеру шамасына тәуелсіз болады.

4. Электромагниттік индукция құбылысының қажетті 2 шарты

Электромагниттік индукция құбылысының пайда болуы және электромагниттік индукциялық токты тудыру шарты электромагниттік индукция құбылысын зерттеудің негізі болып табылады. Тұйық контурды қиып өтетін магнит ағыны өзгерген кезде контурда электромагниттік индукциялық электр қозғаушы күші пайдаболады. Бұл қағиданы нақты практикада қолданған кезде, төмендегідей бірнеше жағдайларға көңіл бөлген жөн.

а) Қарастырып отырған контурды бекіту. Қарастыратын тұйық контурдың бағыты (5-сурет) өзгерген кезде, магнит ағынының өзгерісі мен магнит ағынының өзгеру жылдамдығы бірдей болмайды. Сол себепті контур анықталмайынша электромагниттік индукция туралы сөз қозғаудың өзі артық болып саналады. 5-суретте көрсетілгендей l ұзындықтағы ef болатын түзу өткізгіш тұрақты $\vec{B}$ магнит өрісін перпендикуляр қиып, оңға қарай бірқалыпты υ жылдамдықпен қозғалады. Қарастырып отырған тұйық контурымыз abfea болса, онда контурдың ΔS ауданы уақытқа байланысты артатындықтан контурды қиып өтетін магнит ағыны да $\Delta\Phi = B\Delta S$ уақыт бойынша артады. Соның нәтижесінде контурда *индукциялық ток* пайда болады. Контурды қиып өтетін магнит ағыны $\Delta\Phi$ артқан кезде abfea контурда пайда болатын индукциялық токтың тудырған магнит ағыны Ленц ережесі бойынша сыртқы магнит ағынына қарама-қарсы болып, сыртқы магнит өрісінің артуына кедергі жасайды. Контур abfea-да пайда болған индукциялық тоқтың тудыратын магнит ағыны қағаз бетіне перпендикуляр өзімізге қарай бағытталатындықтан, оң қол ережесі бойынша контурдағы индукциялық токтың бағыты $a \to b \to f \to e \to a$ бағытында болатындығын анықтау қиын емес. Ал енді қарастырып отырған контурымыз efcde болса, онда efcd контурдың ΔS ауданы уақыт бойынша кешірейетіндіктен, оны қиып өтетін $\Delta\Phi = B\Delta S$ сыртқы магнит ағыны да уақыт бойынша кемиді. Ленц ережесі бойынша контурды қиып өтетін магнит ағыны уақыт бойынша кемісе, контурда пайда болатын индукциялық токтың тудыратын магнит ағынының бағыты сыртқа магнит өрісімен бағыттас болып, сыртқы магнит өрісінің кемуіне кедергі жасайды, яғни контурды қиып өтетін сыртқы магнит өрісінің кемуін баяулатады. Сондықтан, контурда пайда болған индукциялық токтың бағыты оң қол ережесі бойынша e→d→c→f→e бағытында болады.



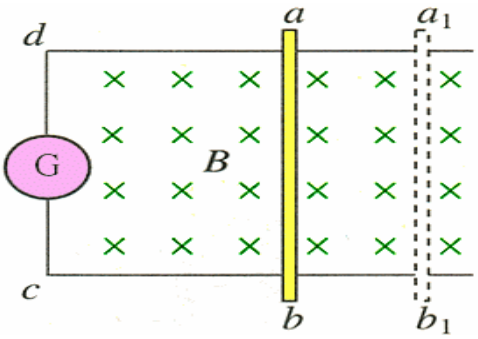
5-сурет

б) Тұйық контурды қиып өтетін магнит ағынының өзгеруін $\Delta\Phi = B\Delta S$ тудыратын екі негізгі себеп: Біріншісі, тұйық контурды қиып өтетін $\vec{B}$ магнит өрісінің шамасы өзгергенде; екіншісі, магнит өрісі өзгермей тұрақты болып, сым орамының магнит өрісіндегі бағыты өзгерсе немесе сым орамының ауданы өзгерсе контурдағы магнит ағыны өзгереді.

в) Электромагниттік индукция құбылысының қажетті 2 шарты қасиеті жағынан бірдей. Электромагниттік индукция құбылысында индукциялық электр қозғаушы күшін тудыру индукциялық токты тудыруға қарағанда маңызды болып саналады. Пішіні жағынан қандай түрдегі өткізгіш болса да, ол, тек магнит өрісін қиып өтіп қозғалатын болса, онда өткізгіште индукциялық ЭҚК пайда болады. Өткізгіште индукциялық электр қозғаушы күш пайда болу үшін өткізгіш тұйықталған контур пішінді болуы міндетті емес. Тек өткізгішті қиып өтетін магнит ағынының уақыт бойынша өзгеріс болса, өткізгіште индукциялық ЭҚК пайда болады. Индукциялық электр қозғаушы күшін тудырудың бұл екі шарты, қасиеті жағынан бірдей болып саналады. Сондықтан, магнит өрісін қиып өткен белгілі бір ұзындықтағы өткізгіште индукциялық ЭҚК -нің пайда болу себебі, магнит ағынының өзгеруіне байланысты деп қарастыруға болады.

Мысалы, 6-суретте көрсетілгендей ұзындығы L түзу өткізгіш $\vec{B}$ тұрақты магнит өрісін перпендикуляр қиып өтеді. Δt уақыт ішінде оның орны ab-дан бір қылыпты υ жылдамдықпен қозғала отырып a_1b_1-ге орын ауыстырады. Орын ауыстыруы $x=\upsilon\Delta t$. Түзу өткізгіш магнит өрісін тура қиып өткен кезде, өткізгіште пайда болған индукциялық ЭҚК -і $\varepsilon=BL\upsilon= BLx/\Delta t$. мұндағы $Lx=\Delta S$ ауданға тең болғандықтан $\varepsilon=B\Delta S/\Delta t =\Delta\Phi/\Delta t$. Бұл қорытындының нәтижесі бойынша өткізгіш магнит өрісін қиып өткен кезде, пайда болатын индукциялық ЭҚК магнит ағынының өзгерісі кезінде пайда болатын индукциялық электр қозғаушы күшінің нәтижесімен бірдей болады. Керісінше, магнит ағынының өзгеру жылдамдығы арқылы өткізгіш магнит өрісін қиып өткен кездегі ЭҚК-ін қорытып шығаруға болады. Жоғарыдағы суретте Δt уақыт ішідегі контур ауданының артуын ΔS десек, онда

$$\Delta S=L\upsilon\Delta t. \qquad (9)$$



6-сурет

Контурды қиып өтетін магнит ағынының өзгерісін төмендегідей есептеуге болады:

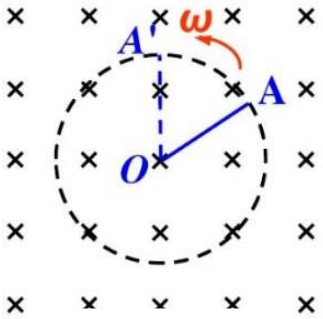
$$\Delta\Phi=B\Delta S=BL\upsilon\Delta t. \qquad (10)$$

Контурдағы магнит ағынының өзгеруінен пайда болатын индукциялық ЭҚК:

$$\varepsilon=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=\frac{BL\upsilon\Delta t}{\Delta t}=BL\upsilon. \qquad (11)$$

Тағы бір мысал ретінде 7-суретте көрсетілген тұрақты магнит өрісінде бірқалыпты бұрыштық жылдамдықпен ω айналып тұрған ұзындығы L өткізгіштің индукциялық ЭҚК-ін есептеп көрейік. Өткізгіштің О нүктесіндегі бір ұшы қозғалмайтындықтан жылдамдығы $\upsilon_o=0$, ал А ұшының сызықтық жылдамдығы $\upsilon_a=\omega L$ болып, жалпы өткізгіштің орташа жылдамдығын төмендегі өрнек арқылы есептеуге болады.

$$\upsilon=\frac{\upsilon_0+\upsilon_a}{2}=\frac{\omega L}{2}. \qquad (12)$$



7- сурет

Магнит өрісін қиып өткен өткізгіштің индукциялық ЭҚК-і өрнегіне қойсақ,

$$\varepsilon=BL\upsilon=BL\frac{1}{2}\omega L=\frac{1}{2}B\omega L^2. \qquad (13)$$

Енді осы мысалды магнит ағынының өзгеруі бойынша периодтың 1/4 уақыт ішінде өткізгіште пайда болатын индукциялық ЭҚК-ін есептеп көрейік. Шеңбердің ауданы πL^2 болатындықтан периодтың 1/4 уақыт ішінде өткізгіштің қиып өтетін ауданы $\Delta S=\pi L^2/4$ болады. Период $T=2\pi/\omega$ болғандықтан периодтың 1/4 уақытын $\Delta t=2\pi/4\omega=\pi/2\omega$ жазуға болады. Онда нидукциялық ЭҚК:

$$\varepsilon=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=\frac{B\Delta S}{\Delta t}=\frac{B\pi L^2}{4}\times\frac{2\omega}{\pi}=\frac{1}{2}B\omega L^2. \qquad (14)$$

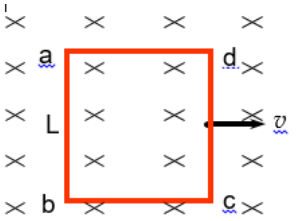
Егер өткізгіш магнит өрісінде толық бір период жасап қозғалыс жасады десек те нәтижесі (11) өрнекпен бірдей болады. Өткізгіш толық бір айналып жасаған кездегі ауданның өзгерісі $\Delta S=\pi L^2$, ал осы аудан өзгерісіне кеткен уақыты периодқа $\Delta t=T=2\pi/\omega$ тең болатындықтан,

$$\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B\Delta S}{\Delta t} = \frac{B\pi L^2}{\frac{2\pi}{\omega}} = \frac{1}{2}B\omega L^2. \qquad (15)$$

Жоғарыдағы қорытындыдан өткізгіш магнит ағынын қиып өткен кезде пайда болатын индукциялық ЭҚК-і магнит ағынының өзгерісінен пайда болатын индукциялық ЭҚК-імен бірдей екендігін көруге болады.

5. Электромагниттік индукциялық ЭҚК-і 2 өрнегінің айырмашылығы мен байланысы

а) екі өрнектің айырмашылығы. Контурды қиып өтетін магнит ағыны өзгерген кезде пайда болатын индукциялық ЭҚК-і өрнегі $\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ мен қозғалыстағы өткізгіш магнит өрісін қиып өткен кездегі пайда болатын ЭҚК-і өрнегінің $\varepsilon = Bl\upsilon\sin\theta$ өзара айырмашылығы және өзара байланысы бар. Бірінші өрнек контурды қиып өтетін магнит ағынының уақыт бойынша өзгерісі, осы контурда Δt уақыт ішіндегі пайда болатын орташа индукциялық ЭҚК-ін сипаттайды. Әрине, бұл өрнектегі ε белгілі бір Δt уақыт интервалына және белгілі бір процесске сәйкес келеді. Ал екінші өрнек $\varepsilon = Bl\upsilon\sin\theta$ – белгілі бір ұзындықтағы өткізгіш магнит өрісін қиып өткен кездегі, сол өткізгіште пайда болатын лездік ЭҚК-ін сипаттайды. Бұл өрнектегі ε белгілі уақыт мезетіне және өткізгіштің белгілі орнына сәйкес келеді. Бұдан басқа, олардың тағы бір айырмашылығы $\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ өрнегі тұтас контурда пайда болған индукциялық ЭҚК-нің орташа мәнін сипаттаса, $\varepsilon = Bl\upsilon\sin\theta$ өрнегі тұтас контурдағы өткізгіштің белгілі бір бөлігінде пайда болған лездік индукциялық ЭҚК-ін сипаттайды. Тұтас контурдағы индукциялық ЭҚК нөл болғанымен, контурдың белгілі бір бөлігіндегі өткізгіштің индукциялық ЭҚК -і нөл болмауы мүмкін. 8-суретте abcda тұйық контур тұрақты магнит өрісіне перпендикуляр бағытта оңға қарай υ бірқалыпты жылдамдықпен қозғалған кезде, контурдың ауданы және контурды қиып өткен магнит ағыны өзгермейтіндіктен, контурдың индукциялық ЭҚК нөлге тең болады. Бірақ контурдың ab және dc бөлігі тұрақты магнит өрісін түзу қиып өтетіндіктен, контурдың бұл екі бөлігіндегі индукциялық ЭҚК -і $\varepsilon_{ab} = \varepsilon_{dc} = BL\upsilon$ өзара тең болады. Бірақ, тұтас тұйық контур үшін қарастырғанда, бұл екі индукциялық ЭҚК-тің шамасы тең, ал бағыты қарама-қарсы болғандықтан тұйық контурдағы индукциялық ЭҚК нөлге тең, яғни ε=0 болады. Бұл, тұйық контурда ток болмайтындығын білдіреді. Тұйық контурда ток болмағанымен контурдың ab және dc бөлігінде потенциалдар айырымы бар, сондықтан олар шама жағынан өзара тең, ал бағыты жағынан қарама-қарсы болады.



8- сурет

б) екі өрнектің өзара байланысы. $\varepsilon = BL\upsilon\sin\theta$ өрнегін $\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ өрнегінің ерекше жағдайдағы қорытылып шығарылуы деп түсінуге болады. Егер υ жылдамдықтың орнына <υ> орташа жылдамдықты ауыстыратын болсақ, онда орташа индукциялық электр қозғаушы күшін есептеп шығаруға болады. Шындығында жоғарыдағы өрнекте $L<\upsilon>\sin\theta = \frac{\Delta S}{\Delta t}$ байланыс болғандықтан $\varepsilon = BL<\upsilon>\sin\theta = B\frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ келіп шығады. Міне бұл, екі өрнектің өзара байланысын көрсетеді. Әдетте $\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ өрнегін орташа индукциялық ЭҚК-ін есептеуде қолданса, ал $\varepsilon = BL\upsilon\sin\theta$ өрнегін лездік ЭҚК-ін есептеуде қолданады.

Бұл жұмыста, электромагниттік индукция құбылысын мұқият сараптау арқылы, индукция құбылысының туылу себептері және индукциялық құбылыс кезінде туындайтын индукциялық токтың бағытының неге байланысты болатындығы анықталды. Әдетте оқу құралдарында индукциялық токтың пайда болу себептері және оның шамасының неге байланысты өзгеріп отыратындығы толық баяндалғанымен, индукциялық токтың бағыты не себепті өзгеріп отыратындығы анық жазылмайды. Сондықтан, студенттер индукциялық тоқтың бағытын анықтауда үлкен қиындықтарға жолығады. Аталған жұмыс, студенттердің осы қиындықтарды жеңу мақсатында кеңінен жазылған болып, мәселенің оңтайлы шешуіне мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Савельев И.В. Жалпы физика курсы: II Том. Электр және магнетизм. - М.: Наука баспасы, 2004 ж.– 336 б.

[2] Қойшыбаев Н.Қ. Жалпы физика курсы: Оқулық.–Алматы: Зият Пресс, 2005. III том.-340 б.

[3] Қойшыбаев Н.Қ. Жалпы физика курсы: Оқулық.–Алматы: Зият Пресс, 2005. IV том.-390 б.

[4] Савельев И.В. Курс общей физики: Учеб. пособие для втузов: В 3 т. Т.2. Электричество Колебания и волны. Волновая оптика. - М. ; Краснодар : Лань, 2007. - 480 с

[5] Савельев И.В. Курс общей физики: Учеб. пособие для втузов: В 5 кн.: Кн. 5: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – М.: АСТ: Астрель, 2005. – 368 с.

[6] Трофимова Т.И. Курс физики: Учеб. пособие для вузов. М.: Академия, 2004. – 560 с

[7] Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики, М.: Высшая школа, 2002г.

[8] Бегимов Т.Б., Исмагулова М.Ш., Мухамедгалиева М.А. Оптика и атомная физика. Учебное пособие. Физический практикум. Алматы: КазНТУ, 2012 г.

[9] Трофимова Т.И. Краткий курс физики: Учеб.пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 2006. - 352 с.

[10] Чертов А., Воробьев А. Задачник по физике. – М.: Высшая школа, 1981.

[11] Абдикасова А.А., Ниязова Ш.В., Утеулина К.А. и др. Электричество и магнетизм. Методическое указание к лабораторным работам. 1996 г.

[12] Дуаметұлы Б. Жалпы физика курсының негіздері. ҚазҰТУ, 2012 ж. -217 б.

[13] Galili, I. Mechanics background in fluencies students' conceptions in electromagnetism. International Journal of Science Education, 17 (3), 371–387, 1995.

[14] Halliday, D., Resnick, R., &Walker, J. Fundamentals of physics. New York: Wiley. Jones, C. Understanding and using the minus signin Faraday's Law. Physics Education, 38(6), 526–530, 2003.

[15] Pocovi, M.C., & Finley F., Lines of force: Faraday's and students' views. Science and Education, II, 459 – 474, 2002

Дуаметұлы Б., Калауов Б.П.

Изучение явления электромагнитной индукции

Резюме. Основная цельпредлагаемой работы является исследовать причины возникновения ЭДС индукции и закономерностей возникновения изменения направления индукционного тока, систематически изучая явления электромагнитной индукции. Легко понятьпричины возникновения индукционного тока в явлении электромагнитной индукции и от чего зависит его величины, но трудно понять, куда и как изменяется направления-индукционноготока. Поэтому, мы надеемся, что данная работа будет способствовать в решении данного вопроса.

Ключевые слова: магнитное поле, магнитный поток, изменения магнитного потока, скорость изменения магнитного потока, электромагнитная индукция, индукционный ток, индукция электродвижущая сила (ЭДС).

Duamet B., Kalauov B.P.

The study of electromagnetic induction phenomenon

Summary. The main purpose of this work is to study the reasons of induced electromotive force originating and regularity of the induced current change of direction, through the systematic study of the electromagnetic induction.Although the reasons of induced current originating in the electromagnetic induction are easy to realize and its magnitude dependence, but is hard the direction of induced current. Therefore, we hope that this work will help to solve this problem.

Keywords: magnetic field, magnetic flux, magnetic flux changes, the rate of magnetic flux change, electromagnetic induction, induced current, induced electromotive force.

УДК 004-027.21; 004:510.67

N. Z. Sultanova, R. B. Jantayev
(Suleyman Demirel University, Kaskelen, Almaty, Kazakhstan,
nazerke.sultanova@sdu.edu.kz)

OUTLIER DETECTION METHODS USING MACHINE LEARNING ALGORITHMS IN DISTRIBUTED DATABASES

Abstract. Anomaly Detection is very important field in data science. There is very high correlation between finding outliers in a dataset and developing good algorithm. The goal of this paper is to review the papers on anomaly detection. Four different approaches are mostly used to deal with outliers: Statistical methods, Distance-based methods, Density-based methods, and Cluster-based methods. We will make a comparative analysis.

Keywords: anomaly detection, machine learning, distributed databases, cluster-based methods.

INTRODUCTION

Anomaly Detection is the problem of finding patterns in data that varies a lot from the most dataset. [1]. Additionally, Goldstein and Uchida [2] claimed that detecting abnormal experiments within datasets has always been of great interest in data science. It is essential to develop efficient machine learning algorithms in order to detect anomalies in distributed behavioral databases. The occurrence of data that is distributed across different locations has force the need for anomaly detection techniques in distributed behavioral databases. The goal of finding outliers from the given dataset is to identify cases that are not usual within data that is mostly homogeneous. We claim that anomaly revealing is extremely important because inconsistencies of data lead to critical information in a wide diversity of application domains. Detecting such deviations from expected behavior in huge dataset is important for ensuring the normal operations of systems across multiple domains such as medicine, ecommerce, computer science and more. Recent studies in this are have been developed in last few decades. For example, there are algorithms based on random forests. According to the research done by Rodin et al. [3], these algorithms were successful in many areas, but due to the weaknesses it is not used now. Recent studies showed that algorithms in deep learning were efficient [4]. However, the use of deep learning for anomaly detection is a research field that is still very unripe. Angermueller et al. (2016) argued that deep learning techniques, in general, require costly training processes. When using dynamic behavior, it is difficult to work with huge training datasets and applying the deep learning techniques successfully. In order to prevent financial threats to providers and personal threat to clients, it is extremely important to report anomalies in systems. Therefore, we are in need to develop effective machine learning algorithms which were not been previously used in Kazakhstan to reveal outliers in distributed behavioral databases.

LITERATURE REVIEW AND THEORETICAL FRAMEWORK

Research in anomaly detection has become well established in the last decade, whereby significant amount of focus has been given to developing efficient machine learning algorithms. This paper is particularly concerned in the research carried out in behavior based distributed databases. Anomaly detection has been the topic of a number of review articles, surveys, and books. [5] implemented broad article on anomaly detection techniques in machine learning. A deep review of anomaly detection techniques for numeric as well as symbolic data is presented by Agyemang et al. [6]. Patcha and Park [8] and Snyder [9] present a survey of anomaly detection techniques used specifically for cyberintrusion detection. A significant amount of research on anomaly revealing was realized in statistics and has been written in several books [10] as well as other survey articles [11]. We can notice that there are a lot of papers were written on outlier identification, however it is surprising that many of them do not obtain the expected result. Supervised machine learning algorithms were used mostly for classification and correlation problems and were succeeded.However it is very important to detect anomalies to build the robust model. [4]. Moreover, the anomalous behavior is often dynamic in nature, e.g., new types of anomalies might arise, for which there is no labeled training data. Anomaly detection will be considered as unsupervised machine learning problem. However misdetection may lead to catastropy in some cases such as aircraft traffic safety. Based on the extent to which the labels are available, anomaly detection techniques can operate in one of the following two modes: Supervised anomaly detection and Unsupervised anomaly detection. In a supervised anomaly detection method we will look for a labeled data, or somehow we need to know which instances are anomalous, however it is not so often in real world problems. Theoretically, supervised methods are believed to obtain better results, however it is very difficult to build model upon given dataset. There are supervised models such as Bayesian method, decision trees, regresson, which we can apply directly if we classify the problem as supervised machine learning. On the other side, in unsupervised learning, the dataset donot have the labes, and we cannotknow whether the given instance is anomalous or not. Of course at first glance we can notice that some data are really far from the others and thus it is outlier, however we need to define an algorithm which will detect this outlier. In other words, they need to build a baseline or foundation of normal behavior. After this step we can build the GOOD model that can detect potentially risky events, without having a priori knowledge of what abnormal behavior looks like, by checking if a new event is dissimilar enough from the definition. Despite the fact that many researchers have significantly contributes to the anomaly detection using machine learning, several important issues remain unsolved. There is a gap in research of dealing with distributed behavioral databases. In last years, revealing anomalies of behavior based has been gaining the broad attention. Hence it is vital to explore new techniques that will efficiently detect the anomalies in behavioral databases. In order to deal with behavioral databases we need to understand what kind of anomalies can be found in this context. Chanola, Banerjee, and Kumar [11] distinguished the simple anomalies from complex anomalies which has two types: contextual and collective. In our case, we will be dealing with contextual anomalies with behavioral attributes. According to Kumar [11], the behavioral attributes define the non-contextual characteristics of an instance. The notion of a context is induced by the structure in the data

set and has to be specified as a part of the problem formulation. Based on the prior research have been made by scholars, we need to use supervised machine learning techniques in order to reveal anomalies in behavioral databases. Additionally, since the databases are distributed, huge dataset is going to be used in our research. Therefore, we will compare different machine learning algorithms in order to use the most efficient one for our behavioral database or develop a new time efficient algorithm.

METHODS TO DETERMINE OUTLIERS

A. Statistical Approach

In this approach, we use classical statistical analysis to determine the probability that this experiment is anomalous. This approach is mostly used in manufacturing to determine whether the object is in working condition or not. This is also the very first choice for data scientists to work with anomalous data. Before doing this analysis, we need to do the preprocessing step, where we determine the most important features in our dataset. Features are selected after learning their correlation and interdependencies. Also, since we are focused on anomalous data, it is better for us to normalize out data. For this, we use Central Limit Theorem from Probability Theory, since it is the best suitable approach. After that we apply statistical approach to determine whether it is an outlier. Statistical approach is one of the well-known algorithms which have been used for outliers identification. Many techniques which can be found in experiments of Barnett and Lewis [11] and Rousseeuw and Leroy [10] are mostly one dimensional. That will cause us problems when our dataset is more than one dimensional because our model will become computationally expensive.

B. Distance-Based approach

Another important approach is Distance-Based methods. The particular definition was formed by Knorr et al., [12] which they called distance-based (DB) outliers. The metrics for outliers revealing is Euclidean distance, in other words: An experiment x from a data X is DB(f, D) outlierif the distance of x to X is greater than D. We can use Mahalanobis Distance as well however uding the Euclidean Distance make our calculations faster because in Mahalanobis Metrics we use the complex covariance matrices, which will use a lot of time and our model performs slower that is not needed. However, Mahalanobis Metrics can be applied to any dataset, but Euclidean metrics is only available for a dataset with independent features,that is why we cannot rely on Euclidean Distance only because have independent variables is very rare in real examples. If we ignore that the vairables are not independent, we get the inaccurate results in most cases of our observation. Moreover, the given definition above uses f and D which are already given, but it is not usual that we know how far our outliers are located from the majority of data. Again, if we differently choose f and D, we will obtain very different results, consequently, we will misevaluate abnormal data which in other words called anomalies. Because of the problem that we need to calculate all the distances between each pair of points, we will earn a computational problem. Of course this can be solved if we use supercomputers to obtain a faster result. Since we do not have supercomputers in everyday usage the arised question is how to perform the computation.

C. Density-Based approach

Breunig et al.,[14] proposed the alternative way to deal with anomalies, which is called density based approach. In this case we calculate how dense our data points are, and the least dense ones will be specified as outliers. To measure the density we use local outlier factors, which was first presented by Breunig et al.,[14]. We say that we use the local outlier factor to measure the density between points. Consequently, if the data has low density it means that it somehow isolated from its neighbors and thus it is local outlier. Firstly, we define how many knearest neighbors we need. Using this k value, we measure the local density(LD). LD can be identified as the ratio of the distance between an object and its k-th nearest neighbor and the average distance to k-th nearest neighbor. If we consider a point whoch is far away from its neighbors, and his neighbors are lying on a dense cluster of data which means they have small distances. There are a lot of papers which was written based on the idea of outlying factor and local density. Moreover, many modification were formed while studying the term density based outlier. There are also numereus efficient prunting algorithms which were presented by Jin et al.,[15] and Chiu and Fu [16].

D. Cluster-Based Approach

Another similar appoach to density based outliers is cluster based outlier detection methods. Firstly, lets understand the principle of clusterization. There is one famous clustering algorithm which most data scientists use is k-means algorithm. Basically, we determine the number of clusters, and define their centroids, it happens differently in various algorithms [17]. The Clustering algorithms have the common principle that instances that are far away from the centroid are identified as outliers. Centroid is the center of a cluster, we find it using mean for each feature. The following table shows a Cluster-Based Outlier detection method which Christy et al.[18] proposed. In the algorithm proposed, data is clustered using a K-Means algorithm and the Eucledian

distance of each instance identified. After that the data is sorted is according to their distance from the centroids of clusters.

Cluster based appoach is very effective from computational side, but the problem occurs when we need to define the number of clusters. If we will use only one cluster, then this method will be pretty similar to distance based outlier detection method. On the other hand, if we use that each point is a cluster, we will have troubles in defining outliers. since each cluster is a point and each points is a centroid for each cluster. There are solutions from Deep learning, which we need to apply in preprocessing step.

Huang et al. proposed the alternative way to Deep Learning is Outlier detection algorithm (ROCF) without using top n-factors. ROCF briefly clusters the dataset via constructing Mutual Neighbors Graph, then constructs the Decision Graph. Finally, ROCF detects out the outliers and outlier clusters though Decision Graphs instead of parameter n or α. The result of this algorithm is 87% accurate. E. Future Work Since our work is devoted to work with behavioral databases, we will try to apply classical algorithms to our database, record the accuracy, and finally tune our model to apply for the distributed behavioral dataset.

CONCLUSIONS

In order to build the successful machine learning model, we need to put an effort to determine the outliers correctly since it leads to robust estimation model. In this paper we made an observation for a few approaches that can detect the anomalies in databases. The most significant algorithms from every category are briefly discussed; moreover problems that can be done in future works are also presented in this paper.

REFERENCES

[1] Marti, L., Sanchez-Pi, N., Molina, J. M., & Garcia, A. C. B. (2015). Anomaly Detection Based on Sensor Data in Petroleum Industry Applications. Sensors (Basel, Switzerland), 15(2), 27742797. http://doi.org/10.3390/s150202774

[2] Goldstein, M., & Uchida, S. (2016). A Comparative Evaluation of Unsupervised Anomaly Detection Algorithms for Multivariate Data. PLoS ONE, 11(4), e0152173. http://doi.org/10.1371/journal.pone.0152173.

[3] Rodin, A. S., Litvinenko, A., Klos, K., Morrison, A. C., Woodage, T., Coresh, J., & Boerwinkle, E. (2009). Use of Wrapper Algorithms Coupled with a Random Forests Classifier for Variable Selection in Large-Scale Genomic Association Studies. Journal of Computational Biology, 16(12), 17051718. http://doi.org/10.1089/cmb.2008.0037

[4] Angermueller, C., Prnamaa, T., Parts, L., & Stegle, O. (2016). Deep learning for computational biology. Molecular Systems Biology, 12(7), 878. http://doi.org/10.15252/msb.20156651

[5] Hodge, V. J., & Austin, J. (2004). A survey of outlier detection methodologies. Artificial Intelligence Review, 22(2), 85-126. DOI: 10.1023/B:AIRE.0000045502.10941.a9

[6] Agyemang M., Barker K., Alhajj R.S., Mining web content outliers using structure oriented weighting techniques and N-grams, Proceedings of the 2005 ACM symposium on Applied computing, March 13-17, 2005, Santa Fe, New Mexico [doi¿10.1145/1066677.1066788]

[7] Markou, Markos & Singh, Manjeet. (2003). Novelty detection: A reviewPart 1: Statistical Approaches. Signal Processing. 83. 2481- 2497. 10.1016/j.sigpro.2003.07.018.

[8] Patcha, Animesh & Park, Jung-Min (Jerry. (2007). An overview of anomaly detection techniques: Existing solutions and latest technological trends. Computer Networks. 51. 3448-3470. 10.1016/j.comnet.2007.02.001.

[9] Snyder, D. 2001. Online intrusion detection using sequences of system calls. M.S. thesis, Department of Computer Science, Florida State University

[10] Rousseeuw, P. J. and Leroy, A. M. (1987)Robust Regression and Outlier Detection.NewYork: John Wiley and Sons.

[11] Kumar, P. J., & Clark, M. L. (2009). Kumar & Clark's clinical medicine (7th ed.). Edinburgh: Saunders/Elsevier.

[12] Barnett, V. & Lewis, T. (1994).

[13] Knorr E, Ng R, Tucakov V. Distance-based outliers: algorithms and applications. VLDB J 2000, 8:237253.

[14] Breunig M, Kriegel HP, Ng R, Sander J. LOF: Identifying densitybased local outliers. In: Proceedings of the 2000 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data. New York: ACM Press; 2000, 93104.

[15] Breunig M, Kriegel HP, Ng R, Sander J. LOF: Identifying densitybased local outliers. In: Proceedings of the 2000 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data. New York: ACM Press; 2000, 93104.

[16] Jin W, Tung AKH, Han J. Mining top-n local outliers in large databases. In: Proceedings of the Seventh ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD 01). New York: ACM Press; 2001, 293298.

[17] J. G. Kreifeldt, An analysis of surface-detected EMG as an amplitudemodulated noise, presented at the 1989 Int. Conf. Medicine and Biological Engineering, Chicago, IL.

[18] Christy, A., Gandhi, G. Meera, Vaithyasubramanian, S. Cluster Based Outlier Detection Algorithm for Healthcare Data Procedia Computer Science 50-209 p212, 2015 https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.04.058

Сұлтанова Н.Ж., Джантаев Р.Б.

Бөлінген деректер қорларында машина оқыту алгоритмдерін пайдалану арқылы ауытқуларды анықтау әдістері

Түйіндеме: Аномалияларды анықтау - деректердің ғылымының өте маңызды бөлігі. Деректер жиынтығындағы ауытқуларды анықтау және жақсы алгоритм құру арасындағы өте жоғары корреляция бар. Осы жұмыстың мақсаты ауытқуларды анықтау бойынша жұмыстарды салыстыру болып табылады. Негізінен шығарындыларын шешу үшін төрт түрлі әдістер бар: статистикалық әдістер, қашықтыққа негізделген әдістері, тығыздыққа негізделген әдістер және кластерлер негізінде әдістері. Осы мақалада біз салыстырмалы талдау жүргіземіз.

Негізгі сөздер: ауытқуларды анықтау, машина оқыту әдістері, таратылатын дерекқорлар, кластерлік әдістер.

Султанова Н. Ж., Джантаев Р.Б.

Методы обнаружения аномалий с использованием алгоритмов машинного обучения в распределенных базах данных

Резюме. Обнаружение аномалий - очень важная часть науки о данных. Существует очень высокая корреляция между обнаружением выбросов в наборе данных и разработкой хорошего алгоритма. Цель- обзор работ по обнаружению аномалий. В основном используется четыре разных подхода для устранения выбросов: статистические методы, методы на основе расстояния, методы на основе плотности и методы, основанные на кластерах. В статье проведен сравнительный анализ.

Ключевые слова: обнаружение аномалий, машинное обучение, распределенные базы данных, кластерные методы.

УДК 347.77 (470)

Sh.M. Nadyrov, A.T. The Mylkaidarov
(Kazakh National University named after Al-Farabi, Almaty, Republic of Kazakhstan,
E-mail: scharipjan@mail.ru, mylkaydarov@mail.ru)

THE MECHANISMS OF INTELLECTUAL ACTIVITY STIMULATION

Abstract. In the article the processes of stimulation mechanism of intellectual activity are observed and mainly the conditions to realize personal creativity protected by legislation. In this context, the role of education and science in Kazakhstan as an integral part of the social and economic system of the country is determined, as well as the possibilities of intellectual potential integration with the education system. The innovative economy in Kazakhstan is defined in the article as a complex economic, social and political task, which is solved by a supporting zones advancement where the physical, human and social capitals are concentrated.

Key words: intellectual potential, competitiveness, innovation technologies, creativity, management, cluster development.

Ш.М. Надыров, А.Т. Мылкайдаров
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан,
E-mail: scharipjan@mail.ru, mylkaydarov@mail.ru)

МЕХАНИЗМЫ АКТИВИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Аннотация. В статье рассматриваются процессы формирования механизма активизации интеллектуальной активности и главным образом создание условий реализации творческого потенциала человека путем законодательного обеспечения права на творческую деятельность и его защиты. В этой связи определяется место образования и науки Казахстана, как неотъемлемой части социально-экономической системы страны, а также раскрываются возможности интеграции интеллектуального потенциала с системой образования. В статье отмечается, что формирование инновационной экономики в Казахстане является комплексной экономической, социальной и политической задачей, решение которой возможно на пути создания опорных зон роста при концентрации в них физического, человеческого и социальных капиталов.

Ключевые слова: Интеллектуальный потенциал, конкурентноспособность, инновационные технологии, творчество, управление деятельностью, кластерное развитие.

Введение

Мотивация интеллектуальной деятельностью на практике означает работу, которую можно было бы назвать работой по управлению деятельностью. Чем лучше человек управляет своей деятельностью, тем меньше оснований другим вмешиваться в нее. Это, означает, что исполнители, прежде всего, четко улавливают цели своей деятельности. В отличие от управления экономикой, управление интеллектуальной собственностью означает создание условий, при которых умственная деятельность

человека не только становится товаром, но и главным образом создаются условия реализации творческого потенциала человека путем законодательного обеспечения права на творческую деятельность и его защиты. Стимулятором развития интеллектуального потенциала выступает не только наличие интеллектуальных инвестиций, то есть вложений средств на подготовку специалистов, передачу опыта, лицензий и ноу-хау, совместных научных разработок, но и совмещение правового поля с полем творческой деятельности. Упрощая, можно сказать, что единственной целью управления, в том числе интеллектуальной собственностью, является достижение результатов. Однако для этого необходимо владеть вопросами как управления деятельностью, так и управления людьми (руководства). Однако система управления, в странах постсоветского пространства видимо делает первые шаги по созданию механизма управления интеллектуальной собственностью, поскольку в СССР само понятие «интеллектуальная собственность» не было принято в национальном законодательстве и соответственно не учитывалось в практике. Но, при этом советская наука и образование оставались конкурентоспособными вплоть до распада Советского Союза. Особенностью нашего времени является то, что интеллектуализация общества происходит на фоне глобализации. Так, Дж. Сорос – один из авторитетных специалистов по проблемам глобализации, начинает «Тезисы о глобализации» со слов: «Глобализация – это слишком часто употребляемый термин, которому можно придавать самые разные значения» [1]. Слово глобализация на английском языке обозначает – globalization, и состоит из двух слов – globe, дословно обозначает шар [2], а расширительное global – шаровидный, и слово – ization, происходящего от суффикса – ize и означающего глагол, отражающий динамику действия связанного с конкретными понятиями [3].

Материалы и методы исследования. Так, в Казахстане сложилась ситуация, когда между системой образования и складывающейся новой экономикой и рынком труда возникли несоответствия и противоречия. Этому, к сожалению, привело к отсутствие методов эффективного руководства, в первую очередь, развитие творческого потенциала направленного на выдвижения перед людьми высоких целей. Однако было бы неправильно умалять роль рационализаторских предложений в различных отраслях промышленности в прошлом, но слабая их защищенность и отсутствие экономического стимулирования, возможно характер хозяйственной системы исключали нормальные условия функционирования интеллектуального потенциала, поскольку отсутствовало само понятие «интеллектуальная собственность» со всеми вытекающими отсюда последствиями. Вместе с тем наблюдались значительные различия в в уровне размещения не только интеллектоемких производств, но и научно-образовательной инфраструктуры, обеспечивающих потребности высоких технологий, поскольку последние концентрировались в европейской части Советского Союза. Возможно, это является одной из причин высокого уровня сыръеориентированности экономики Казахстана и низкой конкурентоспособности на рынке интеллектоемкой продукции. Этими факторами во многом обусловлена необходимость достижение соответствия системы образования к запросам новой экономики и рынка труда: модернизация, внедрение новых технологий, акцент на технических и инженерных специальностях.

Экспериментальная часть. Одной из особенностей управления интеллектуальной собственностью является правовое поле, исключающее нарушение принципа оплаты по труду, в особенности, в интеллектоемких отраслях экономики. Уровень развития интеллектуального потенциала определяет конкурентоспособность экономики, страны и в целом нации. Сегодня представители научной общественности, бизнеса, и правительственные организации по всему миру основное внимание уделяют концепции конкурентоспособности. В широком понимании под конкурентоспособностью страны подразумевается способность ее экономики завоевывать и укреплять позиции на зарубежных рынках. В данном случае речь идет о национальной и региональной конкурентоспособности на мировом рынке. Согласно теории Майкла Портера она может повышаться за счет сотрудничества, взаимодополняемых групп компаний, что привело его к созданию кластерной теории. По М. Портеру «Кластер – это группа близкорасположенных и связанных между собой предприятий и сопутствующих им организаций, работающих в определенной отрасли, объединенных и дополняющих друг друга [4]. Кластер может охватывать район, штат или даже один город с захватом близлежащего города или соседних стран». Кстати аналогичная теория, причем, глубже рассматривающая процессы территориального размещения производительных сил с точки зрения повышения экономической эффективности и ресурсосбережения была предложена еще в 1932 году известным советским ученым, одним из основоположников советской экономической географии Н.Н. Колосовским и получила название метода энерго - производственных циклов [5]. Таким образом, сама идея не новая, другое дело, что М. Портер кластеры рассматривает, как инструмент, оказывающий влияние на показатели экономической эффективности и повышение конкурентоспособности. Для Казахстана кластерный подход имеет большое значение, поскольку

в основе выделяемых кластеров лежат различные территориально-производственные сочетания интегрального типа: территориально-производственные комплексы (ТПК), промышленные узлы и т. д. [6,3]. К сожалению, в условиях плановой экономики потенциальные возможности, заложенные в идеях Н.Н. Колосовского и других ученых, были реализованы лишь отчасти. Самой сложной оказалась проблема управления территориально-производственными комплексами, промышленными узлами и т. д. Причин было много и главное из них это невозможность согласовать интересы союзных, республиканских министерств и ведомств, конкретных отраслей и предприятий. Конечно, определенное влияние оказало отсутствие в структуре советской экономики рыночных составляющих, и, в том числе инфраструктурного характера: рынка финансовых и специализированных услуг.

В настоящее время основными участниками кластерного развития являются компании, входящие в кластер. Именно бизнес-лидеры играют важнейшую роль в процессе повышения конкурентоспособности. Однако они не являются единственными участниками процесса. Как показывает опыт, важным катализатором в процессе кластерного развития являются научно-исследовательские и образовательные учреждения. Они, прежде всего, могут обеспечивать участников кластера инновациями и продвигать работу НИОКР. К сожалению, в Казахстане тесные связи между университетами и предприятиями, за исключением нефтяной, горнодобывающей и пищевой промышленности слабо выражены или вовсе отсутствуют. Возможно, кластерный подход позволит решить эти проблемы, однако условия функционирования кластеров должны быть идентичными, развитым странам, при которых научно-образовательные комплексы становятся составными частями социально-экономической системы страны. Что на сей счет говорит мировая практика? Так, швейцарское образование основано на лучших традициях разных национальных систем образования (французской, немецкой, итальянской, английской). Система среднего образования в Швейцарии считается одной из самых инновационных в мире (ведь именно в этой стране были заложены основы международного обучения). В Швейцарии можно выбрать программу обучения под любые требования, так как в разных кантонах приняты разные системы, которые в любом случае направлены на развитие функциональной грамотности учащихся, являющейся основой интеллектуализации общества. Гибкая и демократичная, интернациональная швейцарская система образования основана на принципе индивидуального развития каждого ученика, как личности, без чего невозможно развитие интеллектуального потенциала [7]. Разумеется, сопоставление Казахстана со Швейцарией возможно не совсем корректно, поскольку в Швейцарии имеется мощная социально-экономическая база функционирования и многовековой опыт развития систем образования. Швейцария постиндустриальная страна, а мы лишь вступаем в «стадию новой индустриализации». Это означает, что мы находимся на разных уровнях технологических укладов. В какой – то степени технологические уклады отражают разные уровни цивилизации и существуют в рамках соответствующих социально-экономических формаций. Пока данная проблема в Казахстане находится на стадии определения концептуальных подходов и принципов и ждет своего решения. Так, если в Швейцарии годовая нагрузка преподавателя составляет от 100 до 150 часов, причем преподаватель ведет лишь одну дисциплину, в то время как в Казахстане годовая нарузка составляет от 600 до 800 часов и количество дисциплин колеблется от 5 до 10. В Швейцарии и в целом в странах Болонского процесса большая часть времени преподавателя отводится на овладение новыми методами и технологиями, на генерацию не только знаний, но и идей и нахождение инновационных решений социально-экономических, производственно-технологических и экологических проблем, что лежит в основе формирования механизма активизации интеллектуальной деятельности [8]. Для повышения уровня социально-экономической адаптивности личности в обществе, систему новой интеллектуальной дидактики следует дополнить знаниями в области экономической психологии, что будет способствовать формированию гибкого и гармоничного экономического сознания и экономического поведения личности на основе рационального использования стереотипов и ценностных ориентаций в социальных группах и обществе [9].

Интеллектуализация будущего Казахстана, как Повестка развития в первой половины XXI века Стратегии «Казахстан – 2050» [12], должна строится на основе: а) наращивания уровня образованности личности, развитии врожденного интеллекта и активного формирования приобретаемого интеллекта личности; б) повышения образовательного уровня общества, через созидание казахстанской нации единой воли развития и формирования культурного кода нации единой воли развития.

Совокупное действие всех факторов интеллектуализации, безусловно, окажет воздействие на повышение уровня развития социального интеллекта общества, который в свою очередь станет мощным катализатором в реализации целей и задач Стратегии «Казахстан – 2050». На рисунке 7 показана, что реализация масштабной интеллектуализации будущего Казахстана как важнейшего условия повышения глобальной конкурентоспособности страны ставит ряд важнейших вопросов.

Таблица 1. **Педагогические и психологические парадигмы обучения: Дидактические различия [10, 11]**

Знаниевая парадигма обучения	***Компететностная парадигма обучения***
Педагогическая дидактика (педдидактика), основывается на использовании образовательных технологий дидактической дифференциации и индивидуализации обучения, с учетом возрастной и социальной психологии личности. При реализации дидактической технологии система обучения воспроизводит содержание знания и логику конкретно-исторических условий и обеспечивает развитие способности к ориентации в культуре, критического мышления, социальной эффективности, моральной ответственности, способности к само-контролю, саморегуляции и творческой самореализации	***Психологическая дидактика*** (психо-дидактика) основывается на когнитивных началах обучения, путем использования психологических процессов развития возрастной периодизации и особенностей становления познавательного и личностного развития. Направлена на интеллектуальное и креативное развитие личности через формирование критического и творческого мышления, усиления ментальной мотивации и способности адаптации к изменяющимся условиям настоящего и будущего развития социальной среды
Экономическая психология – отрасль психологии, изучающая психологические закономерности развития экономической активности, обеспечивает формирование экономического сознания и экономического поведения, стереотипов и ценностных ориентаций личности, группы и общества, связанных с бихевиористским (поведенческим, зависящего от внешней среды) отражением объективной реальности и когнитивного (познавательного, внутреннего) характера регуляции взаимодействия субъектов	

Развития: вопросы национального развития, становления гражданского общества и формирование культурного кода казахстанского общества; вопросы средовых и мотивационных условий для обеспечения эффективного функционирования интеллектуально развитых личностей разных народов населяющих страну.

За последние два десятилетия приняты документы по межнациональному согласию и дружбе народов Казахстана, успешно функционирует Ассамблея народов Казахстана, Президент страны Н.А. Назарбаев провозглашен Лидером нации. Существующая модель национального развития работает достаточно продуктивно и имеет значительный потенциал развития. Однако, как показывает практика США и Европейского союза, процесс любого сближения народов в своей конечной логике развития всегда диалектически переходит в формирование единой нации, естественно при главенствующей роли титульной нации. В случае опыта США-это американская нация, основанная на поглощающем фаворитном культурализме доминирующей английской нации. Европейская нация построена на мультикультурализме сообщества автономных наций. Казахстанский народ представляет сообщество объединенных народов, которые в перспективе могут перейти к следующей фазе симбиозу национального развития – казахстанская нация, по силе и интеллектуальному могуществу превосходящий современное объединение народов Казахстана. По этому поводу, отечественный культуролог, профессор М. Барманкулов еще в 1999 году, писал «Симбиоз самых передовых сторон других народов – вот что такое хрустальные мечты тюрков в области государственного строительства. Они в идеале освобождены от национализма. Они подавляют шовинизм. Государство становится привлекательным для всех народов. Каждый из народов самоутверждается в этом государстве той стороной, которая им присуща…» [13].

Последние исследования западных ученых свидетельствуют о резком возрастании ценности интеллектуальных фондов компании по сравнению с ее материальными ресурсами и финансовым капиталом. В целом их соотношение колеблется между 5:1 и 6:1. Подсчитано также, что доллар, затраченный на исследования и разработки, приносит в восемь раз большую прибыль, чем доллар, вложенный в технику [14]. Следовательно, речь идет о том, как в рамках существующих стандартов обучении в Казахстане при превышении более чем в 5 раз учебных нагрузок по сравнению с европейскими странами найти пути достижения конкурентоспособности интеллектуального потенциала преподавательского корпуса казахстанских университетов и занять лидирующее положение в международных рейтингах. Насколько возможно решение этой проблемы покажет время.

Рис. 1. Система интеллектуализации общества будущего Казахстана: повестка развития первой половины XXI века [10].

Выводы. Казахстан в целом располагает возможностями интеграции интеллектуального потенциала с системой образования, однако методология и практика данного процесса пока остается открытым. В отчете о состоянии инновационных процессов в Республике Казахстан [15] отмечается «Формирование инновационной экономики в Казахстане является комплексной экономической, социальной и политической задачей, решение которой возможно на пути создания опорных зон роста при концентрации в них физического, человеческого и социальных капиталов при условии:

- формирование инновационной экономики необходимо с создания опорных зон инновационной системы в регионах». Речь идет о пространственном совмещении интеллектуального потенциала с региональными интересами страны, направленными на создания условий и механизмов функционирования науки и образования, как важнейшей части социально-экономического системы.

- основным ее свойством должен быть процесс управления интеллектуальной собственностью, оказывающий влияние на развитие отраслевой и территориальной структур региональной природно-хозяйственной системы (ПХС). Это обусловлено огромной территорией страны и внутрирегиональными различиями в природных, социально-экономических и демографических показателях.

- в Казахстане пока не решен вопрос о соответствии или несоответствии системы образования запросам новой экономики и рынка труда. Постоянная взаимозависимость между развитием отраслевой и территориальной структуры и форм регулируемого экономического и социального развития отражает зрелость и уровень интеллектуального потенциала.

В этом проявляется способность интеллектуального потенциала решать задачи, исключающие возникновения конфликтов и противоречий на конкретных этапах развития. На современном этапе развития Казахстана, данное направление исследования должно быть наполнено новым содержанием,

обусловленным практической реализацией идей, формированием новых технологий выступающих индикаторами развития интеллектуального потенциала научно-исследовательских университетов на фоне складывающейся внутриэкономической, региональной и геополитической ситуаций.

ЛИТЕРАТУРА

[1] http://www.polit.nnov.ru/. Маслов О.Ю. Глобализация: этапы глоба-лизации, доллар-глобализация, кризис-глобализация или процесс глобализации глазами мыслящих глобально //Еженедельное независимое аналитическое обозрение, 20.05.2012 г.

[2] http//www.forum.lingvo.ru/actualthread.aspx?

[3] http//www.bebris.ru/2012/12/15/Суффикс-ize перевод-примеры.

[4] Портер М. Конкуренция. Москва, 2006, 495с.

[5] Глобальный город: теория и реальность /Под ред. Н.А. Слуки. – Москва: ООО «Аванглион», 2007 с. 9.

[6] Sassen S. The Global City: New York, London, Tokyo, 2001.

[7] Данные портала Kapital.kz.

[8] Надыров Ш.М. Инновационные технологии образования – основа механизма эффективного развития современного общества // Интеграция науки и практики как механизм эффективного развития современного общества //Материалы VII международной научно-практической конференции. Москва 2013, с 276-280.

[9] Образовательный форсайт Казахстана. Концепция. Интеллектуальное будущее Казахстана/ С.Ж. Пралиев, Б.Ж. Иманбердиев, С.М. Касымов. – Алматы: КазНПУ им. Абая, 2013. – 84 с.

[10] http://www.do.gendocs.ru/docs/index-318470.html…. Лебедева В.П. Психодидактика – предмет научного интереса.

[11] http://www.ecsocman.hse.ru/data/2011/02/02/1214884807/6.pdf… Шульгина А.В. Экономическая психология: определение предмета и метода

[12] 12 Послание Президента Республики Казахстан – Лидера нации Нурсултана Назарбаева народу Казахстана «Стратегия «Казахстан – 2050»: новый политический курс состоявшегося государства». Астана, Акорда, 14.12.2012 год.

[13] Барманкулов М. Хрустальные мечты тюрков о квадронации. –Алматы: ОФ «БИС», 1999 – С. 51.

[14] Комаров И. Интеллектуальный капитал // Персонал. 2000. № 5. С. 56.

[15] О состоянии инновационного развития Республики Казахстан. 31 октября 2006 г. Материалы международного форума «Инновационные технологии и системы»: — Минск: ГУ «БелИСА», 2006 — 156 с.

Надыров Ш.М., Мылкайдаров А.Т.

Интеллектуалды іс-әрекетті белсендірудің механизмдері

Түйіндеме. Мақалада зияткерлік белсенділігін қалыптастыру тетігін жандандыру үрдістерін және ең бастысы адамның шығармашылық әлеуетін іске асыру арқылы заңнамалық құқығын қамтамасыз ету және шығармашылық қызметі мен оны қорғау жағдайларын жасау. Осыған байланысты Қазақстанның білім және ғылымдағы орны әлеуметтік-экономикалық жүйенің ажырамас бөлігі ретінде айқындалады. Бұл мақалада, Қазақстандағы инновациялық экономиканы қалыптастыру кешенді экономикалық, әлеуметтік және саяси міндет болып табылады, оның шешімін құру жолындағы тірек аймақтарының өсу концентрациясы кезінде олардың физикалық, адами және әлеуметтік капиталдары болуы мүмкін екені берілген.

Түйін сөздер: Зияткерлік әлеуеті, бәсекеге қабілеттілік, технологиялық инновация, шығармашылық, басқару қызметі, кластерлік дамыту.

Nadyrov Sh. M., Mylkaidarov A.T.

The mechanisms of intellectual activity stimulation

Summary. In the article the processes of stimulation mechanism of intellectual activity are observed and mainly the conditions to realize personal creativity protected by legislation. In this context, the role of education and science in Kazakhstan as an integral part of the social and economic system of the country is determined, as well as the possibilities of intellectual potential integration with the education system. The innovative economy in Kazakhstan is defined in the article as a complex economic, social and political task, which is solved by a supporting zones advancement where the physical, human and social capitals are concentrated.

Key words: intellectual potential, competitiveness, innovation technologies, creativity, management, cluster development.

УДК 637.1

[1]Ф.Т. Диханбаева, [1]Э.Ж. Жаксыбаева, [2]Ж.Ж. Смаилова, [1]А. Тургунова
([1]Алматы Технологиялық университеті, Алматы қаласы,
[2]Қорқыт Ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университеті,
Кызылорда, Қазақстан Республикасы,
e-mail: zhelya90@gmail.com)

ДӘРУМЕНДЕРМЕН БАЙЫТЫЛҒАН ЙОГУРТ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ

Аңдатпа. Мақалада сүт өңдеу өндірісіндегі йогурт өнмідерінің технологиясын жетілдіру және тағамдық құндылығын арттыру мақсатында жасалынған. Йогурты өсімдік тектес өнімдерінен алынғанэкстраттар есебінен дәрумендер құрамымен жетілдіру жолдары баяндалынған. Йогуртқа қосылғандәрімен толықтырғышының химия-физикалық құрамы келтіріліп, дайындау технологиясы көрсетілген.

Түйін сөздер:сүт, йогурт, дәрумен, байыту, құндылық.

Кіріспе. Елбасы Нұрсұлтан Әбішұлы Назарбаевтың Қазақстан халқына арнаған «Қазақстан - 2050 Стратегиясы - бұл қалыптасқан мемлекеттің жаңа саяси бағыты» атты Жолдауында «...Қазақстанның маңызды басымдығы, әлемдік азық-түлік нарығында жетекші орынға қол жеткізу және ауыл шаруашылығы өндірісін арттыру болып табылады» - ,деп атап өткен болатын. Халық санының өсу тұрғысынан, азық-түлікті тұтыну қарқыны өсуде және тұтыну құрылымы да өзгеруде. Кеден Одағына енгеннен бастап, сондай-ақ, ішкі ортадағы өзгерістерге байланысты жоғары сапалы және көп түрлі азық-түлік өнімдерін өндіру, Қазақстанның азық-түлік өнеркәсібін дамытуда, өзгеріп тұрған экологиялық жағдайда қазіргі таңда өзекті болып табылады [1].

Көптеген зерттеушілер азық-түлік өнімдерінің құрамын биологиялық және физиологиялық белсенді заттарға бай антиоксиданттармен, витамин-минералды премикстермен, жаңа сапалы азық көздерімен байытудың маңыздылығын атап өтуде [2].

Жануар және өсімдік тектес азық-түлік өнімдерімен қатар сүт және сүт өнімдері биологиялық құнды өнім болып табылады және оның құндылығы құрамындағы компоненттер байлығымен, құрамының теңгерімділігімен, барлық қоректік заттардың жоғары сіңімділігімен анықталады[3,4].

Сүт өнімдерінің ішінде сүтқышқылды өнімдер, соның ішінде, йогурт диеталық және емдік тамақтануда функционалдық қасиеттері жоғары болып табылады. Оның құрамында сүттің барлық компоненттері бар.

Қазіргі заманғы тамақтану құрылымын зерттеу нәтижелері - азық-түліктің маңызды құрамдас бөліктерінің, әсіресе дәрумендер мен минералдардың тұтынылуының жетіспеушішілігін көрсетеді [4,5,6,15].

Йогурт сүтке арнайы пайдалы бактериялардың қосқан соң пайда болады және лактозаны (сүт қанты) сүт қышқылына айналдырып, қышқыл әрі қою етеді. Тірі пайдалы бактериялар анаболикалық қасиетті ұзақ уақыт сақтауға көмектесіп, асқазан-ішек жолдарындағы микрофлорларды қалыпқа келтіруді реттейді (мұндай жағдайға көп адам қызу дайындық, диета және тағам қоспалары арқылы жетеді). Йогурт протеин секілді пайдалы заттарды жақсарта түсіп, иммун жүйесінің жұмысын реттейді [7,13].

Зерттеудің мақсаты - жоғары биологиялық құндылықтармен және функционалдық қасиеттерімен ерекшеленетін дәрумендермен байытылған йогурттың технологиясын жетілдіру болып табылады.

Зерттеу әдістері мен нысандары. Зерттеу нысандары ретінде майсыз сүт, сүт майын алмастырғыш, сүтқышқылды бактериалды ашытқылар, зерттеу үлгілері, дайын сүт өнімі, өсімдік шикізаты алынды.

Зерттеулерді жүргізуде стандартты физика-химиялық, биохимиялық әдістер қолданылды.

Жеміс-жидек толықтырғыштары - сүт өндіру өнеркәсібінде йогурт, айран, ірімшік және басқа да сүт өнімдерін өндіру үшін қолданылатын қосымша өнім. Құлпынай, таңқурай, мүкжидек, итмұрын сияқты жеміс-жидек толтырғыштары сүт өнімдерінің дәстүрлі ассортиментін айтарлықтай кеңейту және әртараптандыру мақсатында ферменттелген сүт өнімдерінде қолданылады. Олардың барлығы табиғи дәрумендер мен көмірсулар түрінде азық-түліктің құндылығының жоғарылауына ықпал етеді[8,10,11,14].

1-кесте. **Итмұрынның энергетикалық құндылығы, белок мен көмірсу мөлшері**

Энергетикалық құндылығы					
100 гр өнімдегі мөлшері	Ақуыз,г	Май, г	Көмірсу, г	С дәрумені, мг	Калориясы, ккал
Итмұрын шырыны	0,20	0,2	70,5	400	285

Ағзадағы дәрумендер рөлі өте маңызды болып табылады, оларды жеткіліксіз пайдалану денсаулыққа кері әсер етеді.

Дәрумендер - бұл алмастырылмайтын қоректік заттар. Олар аурудан және кері экологиялық факторлардан адамның барлық өмірлік функцияларын сенімді қорғайды, ағзаның зат алмасу, өсу және дамуының қалыпты жүзеге асуы үшін өте қажет болып табылады.

2-кесте. **Итмұрынның витаминдер мен минералды заттар мөлшері**

Компоненттер						
100 гр өнімдегі мөлшері	С дәрумені, мг	B_2, мг	PP, мг	Кальций,мг	Фосфор, мг	Магний, мг
Итмұрын шырыны	400	0,02	0,3	15	35	5

Зерттеу нәтижелерін талдау. Йогурттың негізгі технологиялық операциялары: сүтті дайындау, сүтті ұйыту және жетілдіру, дайын өнімді ыдысқа құю және сақтау. Дайындалған сүтке белгілі бір рецептура бойынша қант, стабилизатор және басқа да компоненттерді қосып араластырады.

Осылайша алынған деректерден жаңа дайындалған йогурт үлгілері барлық стандартталған физика-химиялық сапа көрсеткіштері бойынша стандартты және техникалық регламенттер талаптарына толығымен сәйкес келетінін көруге болады.

Органолептикалық сапа бағалауы ұсынылған байытылған йогурттардың барлық үлгілері жоғары сапалы екенін көрсетті. Көрсетілген өнім үздік органолептикалық қасиеттерге ие болды. Мәселен, майдың құрамында 3,5% май бар байытылған йогурт - 9,3 балл, ал майдың құрамында 2,5% май бар байытылған йогурт - 9,6 баллға тең болды.

3-кесте. **Байытылған йогурттың органолептикалық көрсетіштерін бағалау**

Өнім аталуы	Сыртқы түрі және консистенциясы	Дәмі және иісі	Түсі	Жалпы балл
Бақылау	2,7 ±0,7	4,2±0,2	1,8±0,2	8,9
Итмұрын шырыны қосылған йогурт, 3,5%,	2,8 ± 0,2	4,5 ± 0,1	2,0	9,3
Итмұрын шырыны қосылған йогурт, 2,5%,	2,9 ± 0,2	4,7 ± 0,1	2,0	9,6

Келесі осы өнімдердің органолептикалық көрсеткіштерін сақтау кезінде тексеріп, бағаладық. Байытылған жаңадан жасалған йогурттар 4-6 ° С температурада, 80% салыстырмалы ауа ылғалдылығында тоңазытқышты сақтауға қойылды.

Өнімдерді сақтау кезінде байытылған йогурттардың органолептикалық сапа көрсеткіштерін зерттеу 1, 3 және 5-ші күндерде өндірілген күннен бастап жүзеге асырылды, яғни әрбір өнім тиісті нормативтік құжаттарға сәйкес сақталу кезеңінде талданды.Талдау нәтижесі келесі кестеде көрсетілген.

4- кесте. **Байытылған йогурттың органолептикалық көрсетіштерін сақтау кезінде бағалау**

Өнім талуы	Сыртқы түрі және консистенциясы	Дәмі және иісі	түсі	Жалпы балл
1 күн				
Бақылау	2,7±0,1	4,2±0,2	1,8±0,2	8,9
Итмұрын шырыны қосылған йогурт, 3,5%,	2,8 ± 0,1	4,2 ± 0,2	2,0	9,0
Итмұрын шырыны қосылған йогурт, 2,5%,	2,9 ± 0,1	4,3 ± 0,2	1,9 ± 0,1	9,1
3 күн				
бақылау	2,7 ±0,1	4,2±0,2	1,8±0,2	8,9
Итмұрын шырыны қосылған йогурт, 3,5%,	2,7 ± 0,1	4,2 ± 0,2	2,0	8,9
Итмұрын шырыны қосылған йогурт, 2,5%,	2,8 ± 0,1	4,3 ± 0,2	1,9 ± 0,1	9,0
5 күн				
бақылау	2,8±0,2	4,1±0,2	1,8±0,1	8,7
Итмұрын шырыны қосылған йогурт, 3,5%,	2,7 ± 0,1	4,1 ± 0,2	2,0	8,8
Итмұрын шырыны қосылған йогурт, 2,5%,	2,8 ± 0,1	4,3 ± 0,2	1,9 ± 0,1	9,0

4- кестеде келтірілген деректерді талдай отырып, байытылған йогурттерді сақтаудың үшінші және бесінші күндерінде органолептикалық қасиеттерде көрінетін өзгерістер өте аз. Сақтау барысында байытылған йогурттерді кемшіліктер болмады, барлық үлгілер олардың органолептикалық қасиеттерін жақсы сақтады. Йогуртты сақтау кезінде температура режимдерін қатаң сақтау қажет, себебі йогуртты 8 ° С-тан төмен температураға дейін салқындатып сақтағанда, өнімдегі биологиялық және биохимиялық реакцияларды бәсеңдетуге көмектеседі.

Қорытынды. Жалпы алғанда, итмұрын шырынымен байытылған йогурттардың барлық үлгілері дегустация комиссиясымен жоғары бағаланды.

Келесі осы өнімдердің органолептикалық көрсеткіштерін сақтау кезінде тексеріп, бағаладық. Байытылған жаңадан жасалған йогурттар 4-6°С температурада, 80% салыстырмалы ауа ылғалдылығында тоңазытқышта сақтауға қойылды. Нәтижесінде қандай да бір өзгеріске ұшырамай, қалыпты сақталынғандығы анықталынды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Послание Президента Республики Казахстан - Лидера нации Нурсултана Назарбаева народу Казахстана «Стратегия «Казахстан-2050»: новый политический курс состоявшегося государства» [Электронный ресурс];

[2] Курнакова О.Л. Разработка и оценка потребительских свойств обогащенных йогуртов с использованием растительных ингредиентов.// Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. г. Орел – 2015, стр. 5;

[3] Мартинчик А.Н. Фактическое потребление населением России витаминов-антиоксидантов // Вопросы питания, 2005, №4, стр.9-13;

[4] Бессонова О.В. Обогащение молочных продуктов для детей витаминами и минеральными веществами // Вестник ОмГАУ. 2011. №3 (3).

[5] Daragh Hill, Reynolds P. Ross, Elke Arendt, Catherine Stanton. Chapter 4 – Microbiology of Yogurt and Bio-Yogurts Containing Probiotics and Prebiotics. Yogurt in Health and Disease Prevention, 2017, Pages 69–85

[6] Henrique Jaster, Giordana Demaman Arend, Katia Rezzadori, Vitor Clasen Chaves, Flávio Henrique Reginatto, José Carlos Cunha Petrus. Enhancement of antioxidant activity and physicochemical properties of yogurt enriched with concentrated strawberry pulp obtained by block freeze concentration. Journal Food Research International, Volume 104, February 2018, Pages 119-125.

[7] Спорттық жекпе-жек және күш қолданылатын спорт түрлері Конфедерациясы, 2018 ж.;

[8] Hao-Xiang Gao, Zhi-Long Yu, Qiang He, Shan-Hu Tang, Wei-Cai Zeng. A potentially functional yogurt co-fermentation with Gnaphalium affine. Journal LWT - Food Science and Technology, Available online 3 February 2018

[9] *A 100-Year Review:* Yogurt and other cultured dairy products. Kayanush J.Aryana, Douglas W.Olson. Journal of Dairy Science. Volume 100, Issue 12, December 2017, Pages 9987-10013.

[10] Lijie Song, Kayanush J.Aryana. Reconstituted yogurt from yogurt cultured milk powder mix has better overall characteristics than reconstituted yogurt from commercial yogurt powder. Journal of Dairy Science. Volume 97, Issue 10, October 2014, Pages 6007-6015.

[11] A.M. O'Sullivan, M.N. O'Grady, Y.C. O'Callaghan, T.J. Smyth, N.M. O'Brien, J.P.Kerry. Seaweed extracts as potential functional ingredients in yogurt. Journal Innovative Food Science & Emerging Technologies. Volume 37, Part B, October 2016, Pages 293-299

[12] Богунов С.Ю. Моделирование и разработка технологии творожного продукта. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Воронеж, 2017

[13] Владимова Л.Я. Особенности производства йогурта//Переработка молока. 2004. № 4.

[14] Тамим А.Й., Робинсон Р.К. Йогурт и аналогичные кисломолочные продукты: научные основы и технологии/пер. с англ.; под науч. ред. Л.А.Забодаловой. − СПб.: Профессия, 2003

[15] Рынок йогуртов. Текущая ситуация и прогноз 2014–2018 гг. Москва, 2014. Moscow, 2014. Available at: http://www.alto-group.ru.

Диханбаева Ф.Т., Жаксыбаева Э.Ж., Смаилова Ж.Ж., Тургунова А.

Совершенствование технологии йогурта, обогащенного витаминами

Резюме. В статье представлена информация о том, как улучшить технологию и пищевую ценность йогуртовой продукции в молочной промышленности. Рассмотрены способы улучшения витаминами йогуртов за счет экстрактов растительного происхождения. Показаны химико-физический состав дозированной добавки в йогурт, а так же технология ее приготовления.

Ключевые слова: молоко, йогурт, витамин, обогащение, ценность

Dikhanbayeva F.T., Zhaksybayeva E.Zh., Smailova J.J., Turgunova A.

Improvement of the yoghurt production technology enriched with vitamins

Summary. The article contains the information of technology improvement and nutritional value of yoghurt products in the dairy industry. The ways of enriching yogurt with vitamins by means of plant extracts are considered. The chemical and physical composition of the measured additive in yogurt is demonstrated, as well as the technology of its production.

Keywords: milk, yoghurt, vitamin, enrichment, value

УДК 004.8; 81.32

B. Zh. Yergesh[1], A.A. Sharipbay[1], A.R. Gatiatullin[2]
([1]Scientific– Research Institute «Artificial intelligence» of L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
[2]Scientific Research Institute "Applied semiotics" of Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Kazan, Tatarstan
E– mail: b.yergesh@gmail.com, sharalt@mail.ru)

THESAURI: PATTERNS RVIEW, APPLICATION

Abstract: Within the rapid development of information technologies, every sphere of every day life deals with IT development, the volume of information communication increases day by day. Linguistic databases and knowledge play an important role at this, among which a special place is given to the different types of thesauri. This article describes the different patterns of thesauri creating and their necessity in the Turkic languages processing systems.

Key words: knowledge base, knowledge extraction, computer linguistics, thesaurus, Turkic languages

[1]Б.Ж.Ергеш, [1]А.А.Шарипбай, [2]А.Р. Гатиатуллин
([1]НИИ "Искусственный интеллект" Евразийского национального университета им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан
[2]Института прикладной семиотики Академии наук Республики Татарстан, Казань, Татарстан
E– mail: b.yergesh@gmail.com)

ТЕЗАУРУСЫ: ОБЗОР МОДЕЛЕЙ, ПРИМЕНЕНИЕ

Аннотация: В условиях бурного развития информационных технологий, когда информатизация касается каждой области повседневной жизни человека, с каждым днем увеличивается объем мировой коммуникации. Важнейшую роль в этом играют лингвистические базы данных и знаний, среди которых особую роль играют разные виды тезаурусов. В этой статье описываются разные модели создания тезаурусов и их необходимость в системах обработки тюркских языков.

Ключевые слова: база знаний, извлечение знаний, компьютерная лингвистика, тезаурус, тюркские языки.

Введение

На сегодняшний день в сети Интернет происходит постоянное накопление огромного количества информации на разных языках мира. Это относится и к документам, представляемым на тюркских языках. Поэтому важной проблемой современного общества является не только быстрый и эффективный поиск информации, а также возможность многоязычного семантического поиска и извлечения знаний между тюркскими языками.

Создание многоязычного тезауруса для тюркских языков должно стать основой для формирования и использования единого пространства лингвистических ресурсов по тюркским языкам. Это послужит интеграции усилий ученых для расширения базы данных описаниями различных тюркских языков, что обеспечит эффективное использование тезауруса в качестве технологического инструментария и межъязыкового модуля в системах компьютерной обработки тюркских языков.

Сегодня де– факто определились основные точки теоретической и практической активности в пространстве тюркских языков и настало время для объединения усилий специалистов, а также формирования общих принципов и подходов в области компьютерной обработки тюркских языков. В перспективе это послужит повышению эффективности сравнительно– сопоставительных исследований, а также успешному продвижению по пути создания многоязычных систем обработки текстов и решения других фундаментальных и прикладных задач.

Тезаурусы и их модели

Тезаурус (от греческого θησαυρός – «сокровище»), в лингвистике – особая разновидность словарей, в которых указаны семантические отношения (синонимы, антонимы, паронимы, гипонимы, гипернонимы и т. п.) между лексическими единицами. Тезаурусы являются одним из действенных инструментов для описания отдельных предметных областей [1].

Тезаурусы, объединяющие в себе черты справочной системы и инструмента для проведения лингвистических исследований, открывают широкие возможности их практического и теоретического

применения. Разработка тезаурусов имеет не только практическое значение при построении электронных баз данных и знаний для тюркских языков, но и общетеоретическое значение, поскольку показывают, как извлекать релевантную информацию из имеющиеся лингвистических ресурсов: толковых, идеографических и семантических словарей тюркских языков.

В настоящее время в мире известно несколько моделей тезаурусов:

Модель SKOS/SKOS– XL [2– 3]. В соответствии с моделью SKOS, тезаурус организован в виде сети независимых от языка концептов. Концепты связаны друг с другом обобщенным иерархическим отношением выше/ниже и отношением ассоциации. Концепт имеет ярлык – текстовое обозначение имени концепта. Несколько концептов могут иметь один и тот же ярлык. Ярлыки концепта могут относиться к разным языкам.

Модель РуТез [4]. В соответствии с этой моделью тезаурус организован в виде сети независимых от языка концептов. Концепты связаны друг с другом отношениями: выше/ниже, часть/целое, направленная ассоциация и ненаправленная ассоциация. С концептом связаны текстовые входы, которые представляют собой выражения концепта на естественном языке. Большая часть концептов тезауруса РуТез базируются на значениях существующих языковых выражений, часто – многокомпонентных. Особенностью тезауруса РуТез, как и других тезаурусов, является то, что понятия не имеют внутренней структуры в виде атрибутов (фреймовых элементов), то есть свойства понятий описываются только посредством отношений с другими понятиями.

Модель WordNet/EuroWordNet [5– 6]. В соответствии с этой моделью, тезаурус организован в виде сети синсетов, где синсет – это набор синонимов, выражающих тот или иной концепт. Изначально WordNet создавался как модель человеческой памяти. Синсеты организованы в иерархическую структуру и служат для представления понятий реального мира. Каждый синсет снабжен краткой дефиницией (глоссой). Разные значения многозначных слов отражаются в разных синсетах. Основным критерием синонимичности в тезаурусах типа WordNet считается взаимозаменяемость единиц в пределах контекста.

Синсеты связаны между собой семантическими отношениями, которые имеют свою специфику для разных частей речи, например: родовидовые отношения, отношение часть – целое (для существительных), отношение следования и каузирования для глаголов, антонимии для прилагательных и т.п.

WordNet – это свободно распространяемый тезаурус для английского языка, который разрабатывался в Принстонском университете с 1980 года [7]. В дальнейшем на основе WordNet были созданы аналогичные ресурсы для других языков [8]. В связи с потребностью подобного ресурса для других европейских языков в 1996 году началась реализация проекта многоязычного лексического ресурса EuroWordNet, вначале для голландского, испанского и итальянского языков. Позднее проект был расширен до немецкого, французского, чешского и других языков [9].

Работы по созданию тезаурусов на основе Wordnet и EuroWordnet обсуждаются на конференции Global WordNet Conference начиная с 2002 года. На сегодняшний день ресурсы типа WordNet созданы для многих языков, в том числе для малых языков и латыни. Для некоторых языков существует больше одного тезауруса, многие WordNet тезаурусы являются многоязычными. На сайте Всемирной WordNet– ассоциации можно найти сведения о существующих и разрабатываемых тезаурусах типа WordNet [10]. Здесь представлена информация о разработке только одного тюркоязычного wordnet– тезауруса – для турецкого языка.

Для работы с тезаурусами, разного типа существует большое количество программного обеспечения: Protégé/WebProtégé, VocBench, PoolParty, iQvoc, SKOSEd, OMWEdit, WordNetLoom, GernEdiT, DEBVisDic, WordNet Editor, редактор тезауруса YARN и редактор тезаурусов РуТез.

Из них для работы с тезаурусами типа WordNet относятся:

OMWEdit (http://compling.hss.ntu.edu.sg/omw/) [11] – разработка Linguistics and Multilingual Studies, Nanyang Technological University. Программа реализована в виде web– приложения, предназначена для работы над тезаурусами из проекта Open Multilingual Wordnet и интегрирована с NTU Multilingual Corpus. В системе реализована поддержка коллективной работы и имеется система отслеживания правок.

WordNetLoom (http://nlp.pwr.wroc.pl/en/tools – and – resources/tools/ wordnetloom) [12] – разработка Группы языковых технологий G4.19 при Wrocław University of Technology. Программа реализована в виде десктопного приложения и предназначена для работы с польским WordNet – plWN. В системе реализована поддержка коллективной работы. Особенностью интерфейса является возможность редактирования тезауруса в виде графа.

GernEdiT (http://www.sfs.uni– tuebingen.de/lsd/tools.shtml) [13] – разработка University of Tübingen. Продукт доступен для свободного скачивания. Программа реализована в виде десктопного приложения и предназначена для работы над немецким WordNet – GermaNet.

DEBVisDic (https://deb.fi.muni.cz/clients– debvisdic.php) [14] – разработка Masaryk University. Система реализована в виде отдельного web– приложения. Присутствует поддержка многоязычности: когда пользователь редактирует синсет в WordNet некоторого языка, он может открыть связанный с ним синсет в GermaNet другого языка.

WordNet Editor (http://wordventure.eti.pg.gda.pl) [15] – разработка Gdansk University of Technology. В рамках данного проекта правки может вносить любой пользователь интернета, которые затем принимаются или отклоняются модераторами. Инструмент позволяет редактировать не все элементы тезауруса, а только самые важные с точки зрения разработчиков: слова, синсеты, смыслы и отношения.

Помимо этих тезаурусов существуют и другие многоязычные тезаурусы, таких как Викисловарь [16], Russian Distributional Thesaurus (RDT) [17], YARN [18], BabelNet [19], ОРФО[20], ABBYY Lingvo[21], InTez[22].

В течение последних 25 лет практически по нарастающей осуществляются разносторонние исследования в области компьютерной обработки тюркских языков, а также разрабатываются системы и технологии с целью активного использования тюркских языков в киберпространстве как языков накопления, обработки и передачи информации [23– 24].

Значительное количество работ посвящено разработкам в области автоматизации морфологического анализа, морфологического аннотирования текстов [25– 26], что вполне ожидаемо и естественно для тюркских языков и объясняется их структурными особенностями и важным значением морфологии практически во всех аспектах обработки текстов, будь то снятие многозначности, определение тональности текста или машинный перевод и поиск информации в электронном пространстве. Наиболее активно в данной области работают казахские, турецкие, уйгурские, татарские ученые, что отражается также и в количестве публикаций и программных разработок.

Вместе с тем, следует обратить внимание на следующие две тенденции, которые необходимо преодолеть для создания тезауруса.

Первое, это отсутствие реальной интеграции исследований, согласованности в разработках. Это особенно важно в области терминотворчества и формирования новых понятий, связанных с новыми компьютерными технологиями. Учитывая тот факт, что практически каждый тюркский язык просто заимствует с переводом или без перевода уже готовый термин с английского языка, специалистам предоставлен исторический шанс создать общетюркский тезаурус, который послужит сближению родственных языков в киберпространстве.

Второе, это практически дублирование лингвистических моделей и программных модулей их обработки, в основе своей на 70– 80 и более процентов являющихся общими для всех тюркских языков, как при разработке структуры и функционала электронных корпусов языков, грамматических анализаторов, так и машин поиска и систем машинного перевода. Очевидно, преодоление такого дублирования, объединение усилий на совместных разработках и даже обмен программными модулями позволят сэкономить финансы, направить усилия специалистов на нерешенные проблемы и достичь общего прорыва в области создания технологий для обработки тюркских языков, и даже создавать новые технологии обработки информации на основе лексико–грамматических особенностей тюркских языков.

Выводы

Создание тезаурусов тюркских даст новый толчок в развитии систем извлечения знаний, систем информационного поиска и систем машинного перевода. Поскольку в основу тезауруса тюркских языков лягут их формальные семантические модели, приведенные в соответствие к друг другу посредством метаязыка, то это позволит дать высокую точность перевода, что в свою очередь окажет влияние на развитие мировой науки в области компьютерной лингвистики.

Многоязычный семантический поиск и извлечения знаний приведет к усилению экономических, образовательных, социальных связей между тюркскими странами, так как будет уменьшаться языковой барьер между родственными языками, странами и культурами. Также, тесное научное сотрудничество между коллективами ученых тюркских стран приведет к еще большему расширению научных и академических связей.

Статья подготовлена в рамках проекта: ИРН «AP05132249 Разработка электронных тезаурусов тюркских языков для создания систем многоязычного поиска и извлечения знаний» по договору №132 от «12 » марта 2018 г.

ЛИТЕРАТУРА

[1] https://ru.wikipedia.org

[2] Antoine Isaac, Ed Summers. SKOS Simple Knowledge Organization System Primer. W3C Working Group Note. – 2009. – Url: https://www.w3.org/TR/skos– primer/

[3] Alistair Miles, Sean Bechhofer. SKOS Simple Knowledge Organization System eXtension for Labels (SKOS– XL) Namespace Document. 18th August 2009 Recommendation Edition. – Url: https://www.w3.org/TR/skos–reference/skos– xl.html

[4] Лукашевич Н.В. Тезаурусы в задачах информационного поиска. М.: Изд– во Московского университета, 2011. – 387 с.

[5] Christiane Fellbaum. WordNet: An Electronic Lexical Database. MIT Press, 1998.

[6] Piek Vossen (edr). EuroWordNet: A multilingual database with lexical semantic networks. Springer, 1998.

[7] http://wordnet.princeton.edu/wordnet/

[8] Fellbaum, Christiane (2005). WordNet and wordnets. In: Brown, Keith et al. (eds.), Encyclopedia of Language and Linguistics, Second Edition, Oxford: Elsevier, 665– 670

[9] Vossen, P.: EuroWordNet: a multilingual database of autonomous and language specific wordnets connected via an interlingual index. International Journal of Lexicography 17(2), 161–173 (2004)

[10] http://www.globalwordnet.org/gwa/wordnet_table.html

[11] Luís Morgado da Costa, Francis Bond. OMWEdit – The Integrated Open Multilingual Wordnet Editing System // The 53rd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and The 7th International Joint Conference on Natural Language Processing of the Asian Federation of Natural Language Processing (ACL– IJCNLP 2015)

[12] Maciej Piasecki, Michał Marcińczuk, Radosław Ramocki and Marek Maziarz. WordNetLoom: a WordNet development system integrating form– based and graph– based perspectives // International Journal of Data Mining, Modelling and Management, Volume 5, Number 3, 2013. Pp. 210– 232

[13] Verena Henrich, Erhard Hinrichs. GernEdiT – The GermaNet Editing Tool // 7th International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2010)

[14] Aleš Horák, Karel Pala, Adam Rambousek, Martin Povoln. DEBVisDic – First Version of New Client–Server Wordnet Browsing and Editing Tool // 3rd International WordNet Conference (GWC 2006)

[15] Julian Szymański. Cooperative WordNet Editor for Lexical Semantic Acquisition // 1st International Joint Conference on Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management (IC3K 2009)

[16] A. A. Krizhanovsky, A. V. Smirnov (2013), An approach to automated construction of a general– purpose lexical ontology based on Wiktionary

[17] https://nlpub.ru/Russian_Distributional_Thesaurus

[18] YARN: Spinning– in– Progress / P. Braslavski, D. Ustalov, M. Mukhin, Y. Kiselev // Proceedings of the Eight Global Wordnet Conference. – Bucharest, Romania, 2016. – P. 58–65. (PDF)

[19] R. Navigli, S. P. Ponzetto (2012), BabelNet: The automatic construction, evaluation and application of a wide– coverage multilingual semantic network

[20] http://www.informatic.ru/catalogue/4

[21] http://www.lingvo.ru

[22] http://www.inttez.ru

[23] Шарипбаев А.А., Разахова Б.Ш. Определение множества предложений казахского языка с помощью контекстно-свободной грамматики //Доклады Академии Наук Республики Казахстан. – Алматы, 2005. – №5. – С. 123– 128.

[24] Сулейманов Д.Ш. К разработке эффективной морфологии среднетюркского языка / В сб. Трудов межд. конф. Проблемы создания среднетюркского языка Ортатюрк. –Ташкент, 1993. –С.85– 86.

[25] Yergesh B.,Mukanova A.,Sharipbay A.,Bekmanova G.,Razakhova B. Semantic Hyper– graph Based Representation of Nouns in the Kazakh Language//Computacion y Sistemas. – Vol.18.№.3,2014.P.627–635.

[26] Orhun, M., Tantuğ A. C., Adalı E. Morphological Disambiguation Rules For Uyghur Language // IEEE International Conference on Software Engineering and Service Sciences (ICSESS), Beijing, China, 2010.

[27] Желтов П.В. Морфологический анализатор чувашского языка. Материалы Международной конференции студентов и аспирантов по фундаментальным наукам «Ломоносов 2002», М., 2002.

Ергеш Б.Ж., Шәріпбай А.Ә., Гатиатуллин А.Р.

Тезаурустар: моделдерге шолу, қолдану аясы

Түйіндеме: Ақпараттық технологияның жедел дамуы жағдайында күн сайын ақпараттық қарым– қатынастың көлемі артады. Мұнда деректер мен білімдердің лингвистикалық базалары маңызды роль атқарады, олардың ішінде әр түрлі тезаурустар ерекше роль атқарады. Бұл мақалада тезаурустар әзірлеудің түрлі моделдері және олардың түркі тілдерін өңдеу жүйелеріне қажеттілігі сипатталады.

Кілтті сөздер: Білім базасы, білімді шығару, компьютерлік лингвистика, тезаурус, түркі тілдері. В.

Yergesh Zh., Sharipbay A.A., Gatiatullin A.R.

Thesauri: patterns rview, application

Summary. Within the rapid development of information technologies, every sphere of every day life deals with IT development, the volume of information communication increases day by day. Linguistic databases and knowledge play an important role at this, among which a special place is given to the different types of thesauri. This article describes the different patterns of thesauri creating and their necessity in the Turkic languages processing systems.

Key words: knowledge base, knowledge extraction, computer linguistics, thesaurus, Turkic languages

UDC 532.5.032; 536.14; 620.91;

Ye. Yerdesh[1], Ye. Belyayev[1,2], A. Kaltayev[2]
([1]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
[2]Satbaev University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: yelnaryerdesh@gmail.com)

STUDY OF CAPILLARY TUBE AS THE EXPANSION DEVICE IN HEAT PUMP SYSTEM

Abstract. In this paper, capillary tube is considered as expansion device in the direct expansion solar assisted heat pump (DXSAHP) system. The necessary boiling point of the refrigerant coolant and pressure in the solar collector can be achieved by using capillary tubes for the continental climate, in winter conditions. The main task is to determine the required length and diameter of this throttling device. The length of the capillary tube was determined and a computer program was developed to calculate the length and diameter of the capillary tube for DXSAHP with the help of the known dependence of fluid mechanics. As the determining parameter, the amount of heat in the condenser of DXSAHP was adopted, i.e. the heat produced by the system. Calculations were made for refrigerant coolants R22, R407C and R134A.

Key words: capillary tube, throttling, refrigerant coolant, heat pump.

1 Introduction

Heat pumps are energy efficient devices that are used in space heating and hot water supply systems. In the review articles [1-2], various system configurations, system modeling, performance improvements, modifications of the vapor compression cycles, field of application, etc. are reflected.

In all types of heat pumps, these basic elements are present: evaporator, compressor, condenser, expansion device. The expansion device is a place in the heat pump circuit where the internal voltage is removed from the refrigerant before the evaporator, which leads to cooling of the evaporator. The expansion device is located on the boundary between the separation of low and high pressure sides of the refrigerant circuit. Figure 1 shows the known expansion devices: thermal expansion valve (TEV) and capillary tube (CT) [3].

The capillary expansion device does not have any tuning systems, which guarantees its continued operation over a long period. At the same time, there are conditions that must be strictly observed during its use [4-5].

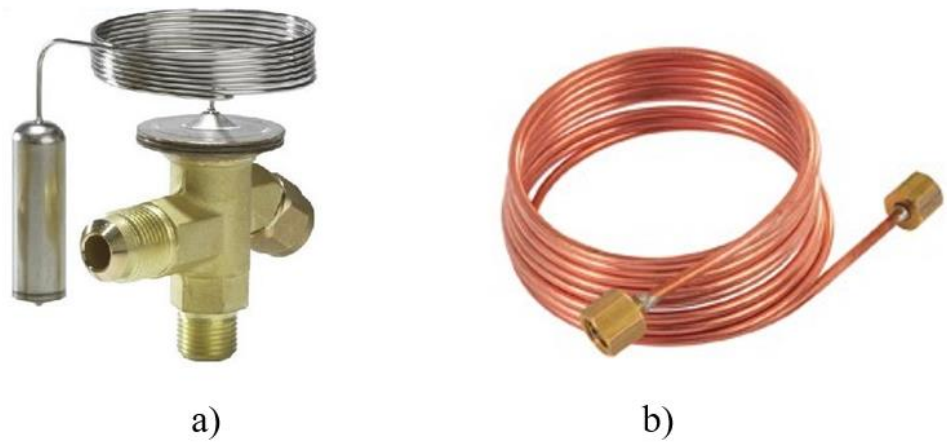


Figure 1. Expansion device
a) – TEV; b) – capillary tube

A special feature of the process of throttling the refrigerant in a CT is that it occurs not in the local resistance, but due to the friction of the flow, and such a process in technical thermodynamics is called throttling, "stretched" along the length [6-9].

The choice of CT characteristics depends on the heat capacity Q of the heat pump, the type of refrigerant, as well as on the temperature regime of its operation, determined by its pressure and boiling point, pressure and condensation temperature and subcooling temperature.

2 Theoretical part

The condition for throttling the refrigerant in the capillary tube from the predetermined condensation pressure p to the boiling point p_0 can be expressed by the known formula of fluid mechanics for determining the head loss

$$\Delta p = p - p_0 = \xi \frac{l}{d} \frac{w^2}{2V} \tag{1}$$

here, ξ – friction coefficient; w – refrigerant velocity in the capillary tube, m/s; V – specific volume of refrigerant in the capillary tube, m^3/kg.

The flow of the throttled two-phase refrigerant flow in the capillary tube, during which its pressure and temperature decrease, vapor quality, specific volume and, due to the irreversibility of the process, entropy, can be considered as adiabatic flow of a homogeneous medium at a certain constant average temperature. Then, with the accepted internal diameter of the capillary tube and its specified length, it follows from (1) that

$$l = \frac{2\Delta p V_{av} d}{\xi w_{av}^2} \tag{2}$$

here V_{av} and w_{av} – specific volume and velocity of the refrigerant at an average temperature, T_{av}.

The friction coefficient for the refrigerant flow, taking into account the roughness of the pipes (for copper pipes $\Delta = 0{,}0015...0{,}01$ mm), can be calculated from the formula according to [10]

$$\xi = 0{,}11\left(1{,}46\frac{\Delta}{\mathrm{d}} + \frac{68}{\mathrm{Re}}\right)^{0{,}25} \tag{3}$$

here $\mathrm{Re} = \frac{w_{av} d}{\nu_{av}}$ – criterion Re, in which the coefficient of kinematic viscosity – ν_{av} of the refrigerant at T_{av}, m^2/s;

To determine the averaged parameters of the refrigerant in an irreversible process due to the friction of the flow, we use the T, s-diagram property of the throttling process. The expression for determining the average specific volume in the throttling process

$$V_{av} = \frac{(S_\partial - S_1')(T + T_0)}{2\Delta p}. \tag{4}$$

here S_1' – entropy of liquid refrigerant in a saturated state at temperature T, J/(kg·K); S_∂ – entropy of the refrigerant at the outlet from the capillary tube at temperature T_0, J/(kg·K).

At the given heat capacity Q_0 and temperature regime, the amount of circulating refrigerant, or the required throughput of the capillary tube

$$G = \frac{Q_0}{r(1-x)}, \tag{5}$$

here r – heat of vaporization, J/(kg·K).

Then average velocity of two-phase flow in the capillary tube during the throttling from p to p_0 will be

$$w_{av} = \frac{GV_{av}}{f} = \frac{4GV_{av}}{\pi d^2} \tag{6}$$

For the average temperature, the vapor quality x_{av} and the coefficient of kinematic viscosity are calculated from formulas

$$x_{av} = \frac{h_1' - h_{Tav}'}{h_{Tav}'' - h_{Tav}'}, \tag{7}$$

$$\nu_{av} = \nu_{Tav}' + x_{av}\left(\nu_{Tav}'' - \nu_{Tav}'\right), \tag{8}$$

here h_{Tav}' and h_{Tav}'' – enthalpy of the refrigerant at the saturated liquid state and dry saturated vapor at the average temperature T_{av}, J/kg; ν_{Tav}' and ν_{Tav}'' – kinematic viscosity of the refrigerant at the saturated liquid state and dry saturated vapor at an average temperature T_{av}, m^2/s [11].

The dependencies presented above make it possible to determine the averaged parameters of the refrigerant flow in the process of throttling and, ultimately, the length of the capillary tube, depending on the operating regime of the heat pump, its heat capacity, the type of refrigerant and the adopted diameter of the capillary tube.

3 Results and discussion

The results are obtained using the above formulas, taking into account the boiling point and the pressure of the refrigerants. Figure 3 shows the results of calculations for the length of the capillary tube at the heat capacity Q = 3000 W, as well as the different diameters of the capillary tube and the ambient temperature. With the heat capacity Q = 3000 W, it is not necessary to use a capillary tube with a diameter greater than 3 mm. The larger the diameter of the capillary tube, the less its ability to throttle. This means that as the diameter of the pipe increases, the local resistance decreases, so that in order to reduce the pressure, the pipe must be long.

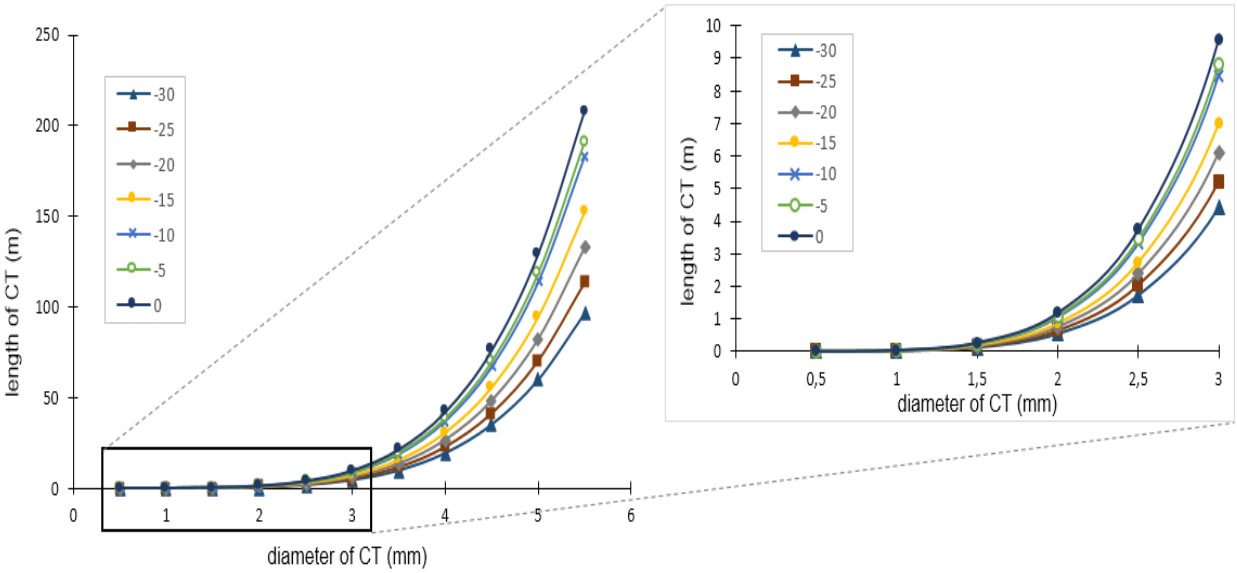


Figure 2. Dependence of length of the capillary tube on diameter (R22, at heat capacity Q = 3000 W)

The length of the capillary tube also depends on the heat capacity. With the increase in heat capacity, the throughput (G) increases, this leads to an improvement in throttling effect (see Fig.3) [12].

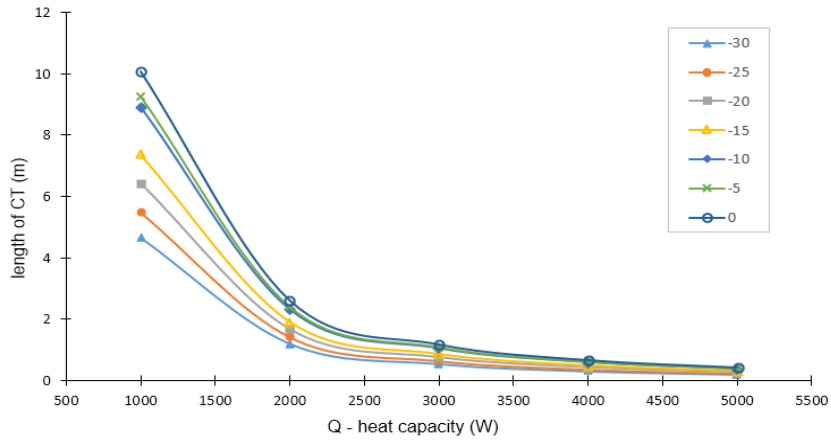


Figure 3. Dependence of length of the capillary tube on *Q*-heat capacity (for diameter d = 2 mm)

When choosing a capillary tube, it must also be taken into account that the heat capacity directly depends on the operation of the compressor. The effect of the heat capacity and the boiling point of the refrigerant on the length of the capillary tube is shown in Fig. 4.

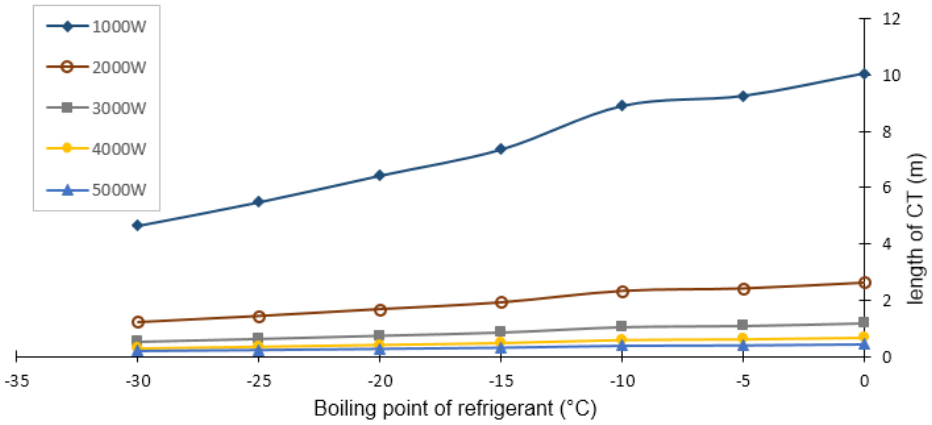


Figure 4. Dependence of length of the capillary tube on the boiling point of the refrigerant (for diameter d = 2 mm)

The effect of roughness of the capillary tube on the length was investigated. The shorter the diameter of the capillary tube, the more surface roughness effect is observed. As the pipe is rough, the local barrier on the pipe varies. Figure 5 shows that when the diameter is 2 mm, at the heat capacity *Q* = 1000-2000 W and the higher, the roughness of the capillary tube can be ignored.

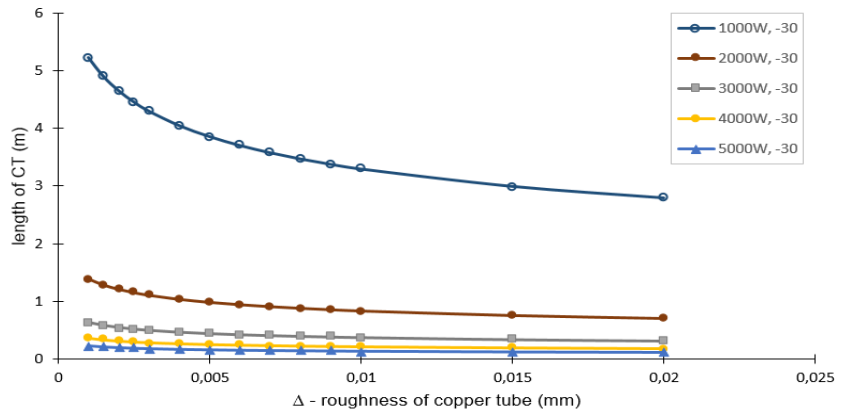


Figure 5. Dependence of length of the CT on the roughness of the pipe walls
(at the boiling point of the refrigerant T = -30 ° C)

4 Conclusion

The influence of roughness of the capillary tube wall on its length is investigated. The smaller the diameter of the capillary tube, the more noticeable the effect of roughness. Depending on the degree of roughness, different local resistances are observed. If the pipe diameter is more than 2 mm and the heat capacity is higher than Q = 1000-2000W, the effect of roughness can be ignored.

The length of the capillary tube has a power-law dependence on its diameter. According to the results obtained, at the yeat capacity Q = 3000W, it is not necessary to use capillary tubes above 3 mm.

At the heat capacity below 2000 W, the influence of the ambient temperature (i.e., the boiling point of the refrigerant) and the roughness of the pipe wall will be significant. In this case, it is possible to reduce the length of the capillary tube by selecting the degree of roughness. While with the heat capacity above 2000 W, the influence of the roughness can be ignored.

Acknowledgements

This research is supported by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan and World Bank under the “Fostering Productive Innovation” Project APP-SSG-17/0280F titled “Cascade Solar Assisted Heat Pump for Space Heating and Domestic Hot Water in Continental Climate Regions”.

REFERENCES

[1] Mohanraj M., Belyayev Ye., Jayaraj S., Kaltayev A. Research and developments on solar assisted compression heat pump systems – A comprehensive review (Part A: Modeling and modifications) // Renewable & Sustainable Energy Reviews. – 2018. – V. 83. – pp. 90-123. (DOI: 10.1016/j.rser.2017.08.022).

[2] Mohanraj M., Belyayev Ye., Jayaraj S., Kaltayev A. Research and developments on solar assisted compression heat pump systems – A comprehensive review (Part-B: Applications) // Renewable & Sustainable Energy Reviews. – 2018. – V. 83. – pp. 124-155. (DOI: 10.1016/j.rser.2017.08.086).

[3] Dan Zhao, Guoliang Ding, Yansheng Xu, Shizhi Zou. Development of a stepped capillary tube as a low cost throttling device for a residential heat pump system // International Journal of Refrigeration. – 2014. – V. 42. pp. 36-47. (https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2014.02.011)

[4] Santhosh Kumar Dubba, Ravi Kumar. Flow of partially condensed R-134a vapour through an adiabatic capillary tube // Flow Measurement and Instrumentation. – 2018. – V. 59. pp. 1-7. (https://doi.org/10.1016/j.flowmeasinst.2017.11.004).

[5] Yulong Song, Jing Wang, Feng Cao, Pengcheng Shu, Xiaolin Wang. Experimental investigation on a capillary tube based transcritical CO2 heat pump system // Applied Thermal Engineering. – 2017. – V. 112. pp. 184-189. (https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.10.033).

[6] Santhosh Kumar Dubba, Ravi Kumar. Flow of refrigerants through capillary tubes: A state-of-the-art // Experimental Thermal and Fluid Science. – 2017. – V. 81. pp. 370-381. (https://doi.org/10.1016/j.expthermflusci.2016.09.012).

[7] Eideyus N.I. Gidrodinamicheskiy raschet kapillyarnykh trubok / N.I. Eideyus, V.L. Koshelev // Vestnik Mejdunarodnoi akademii kholoda. – 2008. – №3. – s. 36 – 39.

[8] Erlikhman V.N. Opredelenie dliny kapillyarnyxh trubok dlya drosselirovaniya xladagentov // Izvestiya Kaliningradskogo gosudarstvennogo tekh. universiteta. – 2011. – №23. – s. 148-155.

[9] Dong Wang, Yuehong Lu, Leren Tao. Optimal combination of capillary tube geometry and refrigerant charge on a small CO2 water-source heat pump water heater // International Journal of Refrigeration. Available online 20 March 2018 (In Press). (https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2018.03.009).

[10] Kiselev P.G. Gidravlika. Ocnovy mekhaniki jidkosti. – M.: Energia, 1980. – 360 s.

[11] Bogdanov S.N. Kholodilnaya tekhnika. Svoistva veshchestv: spravochnik. – M.: Agropromizdat, 1985. – 208 s.

[12] Babakin V.S. Diagnostika raboty drosseliruyushchikh ustroystv malykh kholodilnykh ustanovok: ucheb. posobiye /V.S. Babakin, V.A. Vygodin, V.N. Kulagin, S.B. Babakin. – Ryazan: «Uzorochye», 2000. – 136 s.

Ердеш Е. Б., Беляев Е. К., Калтаев А.

Исследование капиллярной трубки в качестве расширительного устройства в системе теплового насоса

Резюме. В данной работе рассматривается капиллярная трубка в качестве расширительного устройства в системе солнечного теплового насоса прямого расширения (СТНПР). Для континентального климата, в зимних условиях достижение необходимой температуры кипения хладагента и давления в солнечном коллекторе может быть осуществлено с помощью капиллярных трубок. Основной задачей является определение необходимой длины и диаметра данного дросселирующего устройства. С помощью известной зависимости из гидромеханики определена длина капиллярной трубки и разработана компьютерная программа для расчета длины и диаметра капиллярной трубки для СТНПР. В качестве определяющего параметра было принято количество теплоты в конденсаторе СТНПР, т.е. производимое системой тепло. Расчеты были произведены для хладагентов R22, R407C и R134A.

Ключевые слова: капиллярная трубка, дросселирование, хладагент, тепловой насос.

Ердеш Е. Б., Беляев Е. К., Қалтаев А.

Капиллярлы құбырды жылу насосы жүйесіндегі кеңейту құрылғысы ретінде зерттеу

Түйіндеме. Бұл жұмыста капиллярлы құбыр тікелей кеңейетін күн жылу сорғысы (ТККЖН) жүйесіндегі кеңейту құрылғысы ретінде қарастырылады. Континенталды климат жағдайында, қыс мезгілінде күн коллекторында хладагенттің булануына қажетті температура мен қысымды капиллярлы құбыр көмегімен қол жеткізудің мүмкіндігі бар. Негізгі мәселе – алынған кеңейту құрылғысының қажетті ұзындығы мен диаметрін анықтау. Гидромеханиканың белгілі тәуелділіктері көмегімен капиллярлы құбырлардың ұзындығы анықталып, ТККЖН-ға қажетті капиллярлы құбырдың ұзындығы мен диаметрін есептеуге арналған компьютерлік бағдарлама жасалынды. Басты параметр ретінде ТККЖН конденсаторынан алынатын жылу мөлшері қабылданды. Есептеулер R22, R407C және R134A хладагенттері үшін жүргізілді.

Түйін сөздер: капиллярлы құбыр, дросселдеу, хладагент, жылу сорғысы.

УДК 661.183.2

K.E. Abit, M.K. Nauryzbayev
(Kazakh National University named after Al-Farabi, Almaty, Republic of Kazakhstan,
Baidagulova_kamilya@mail.ru)

THE PROCESS OF ACTIVATED CARBON OBTAINING FROM SILVER-GRASS HAULM (Miscanthus x giganteus)

Abstract. Due to the environmental tension, the problem of obtaining and searching for the new sorbents, as well as the new sorption technologies development becomes apparent.

At present, the use of adsorption technologies based on activated carbon is intensively developing all over the world [1].

At the same time, special attention is paid to obtaining sorbents from available and relatively inexpensive raw materials.

We have developed a technology for producing activated carbons from silver-grass haulm (Miscanthus x giganteus).

The activated carbons obtained on the basis of silver-grass haulm have a developed surface area, so that they can be successfully used in various technologies with applying activated carbons.

Key words: carbonization, silver-grass haulm, activation, activated carbons.

К.Е. Әбіт, М.К. Наурызбаев
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан,
Baidagulova_kamilya@mail.ru)

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ АКТИВИРОВАННЫХ УГЛЕЙ ИЗ СОЛОМЫ МИСКАНТУСА (Miscanthus x giganteus)

Аннотация. В связи с экологической напряженностью проблема получения и поиска новых сорбентов, так же как и разработка новых сорбционных технологий, является актуальной.

В настоящее время применение адсорбционных технологий на основе активированных углей интенсивно развивается во всем мире[1].

При этом особое внимание уделяют получению сорбентов из доступных и относительно недорогих видов сырья.

Нами разработанатехнология получения активированных углей из соломы мискантуса (Miscanthus x giganteus**)**.

Полученные на основе соломы мискантуса активированные угли имеют развитую площадь поверхности, благодаря чему могут быть успешно использованы в различных технологиях, основанныхна применении активированных углей.

Ключевые слова: карбонизация, солома мискантуса, активация, активированные угли.

Введение

В настоящее время реки и озера интенсивно загрязняются предприятиями горнодобывающей, металлургической и химической промышленности, коммунальными службами городов, представляя реальную экологическую угрозу биосфере [2-3]. Загрязнению подвержены также подземные воды, являющиеся основным источником питьевой воды населения.

В целом качество природных вод большинства поверхностных водоисточников Казахстана является среднезагрязненными[4].

Существующие сооружения водоочистки не позволяют обеспечить качество сточных вод, в полной мере соответствующее требованиям санитарных норм. Основными причинами являютсяустаревшие технологические схемы очистки и в то же время отсутствие методов и проектных схем очистки природной воды до нормативных требований по отдельным показателям [5].

Из существующих методов очистки водынаиболее эффективными являются методы, основанные на применении углеродных сорбентов [6], поэтому интерес кадсорбционным технологиям, позволяющим создавать новые продукты и новые сферы их применения заметно возрастает [1].

Активированный уголь (АУ) с точки зрения химии – это одна из форм углерода с несовершенной структурой, практически не содержащая примесей. Значительная часть активированных угольных материаловиспользуется для решения экологическихпроблем, металлургической,нефтегазодобывающейпромышленности [7].

Большинство промышленных АУ производятся из угля или древесины, запасы которых постепенно истощаются, а себестоимость их производства неуклонно возрастает. Другая проблема состоит в том, что месторождения данных ископаемых и соответственно возможность их добычи и переработки неравномерна.

Так как область применения активированного угля очень широка, разрыв между спросом и предложением постоянно увеличивается. Эта ситуация определяет необходимость в освоении новых источников углеродосодержащих материалов, имеющих определенные физико-химические свойства [8-10], к которым относят высокое содержание углерода, наличие первичной транспортной пористой структуры или возможность ее формирования, а также низкое содержание минеральной части. В результате стоимость активированного угля растет в зависимости от применения.

Необходимо искать альтернативу традиционным источникам сырья. Таким сырьем может выступать быстро возобновляемые источники лигноцеллюлозных материалов, обладающие низкой стоимостью, легкодоступностью, высоким содержанием углерода и малой зольностью.

Определяющее влияние на структуру пор активированных углей оказывают исходные материалы для их получения.

В работе показан технологический процесс получения активированных углей из сырья растительного происхождения - соломы мискантуса.

*Miscanthys*x *giganteu*s – высокопродуктивный, триплоидный, многолетний злак типа С4, полученный в результате скрещивания диплоидного *Miscanthys sinensis Anders* с триплоидным *Miscanthys sacchari florus Hack* [11]. Хорошо растет на переувлажненных участках, адаптирован к холодным зимним условиям.Во всем мире возрос интерес к *Miscanthys* x *giganteu*s , благодаря его способности аккумулировать ионы тяжелых металлов в корнях, деградировать органические ксенобиотики в ризосфере, при этом сохраняя высокую продуктивность [12-13] . При этом надземная биомасса, не загрязненная ТМ, может быть использована для различных целей [14].

Растение мискантус используют в качестве художественного оформления водоемов, разрабатываются технологии использованияего в качествебиоэнергетического топлива, поскольку урожай с одного посева можно собирать на протяжении 30 лет в количестве до 30 тонн с гектара[15-16].

Институт цитологии и генетики СО РАН изучает возможность использования мискантуса для производства целлюлозы и лигнина вместо хлопчатника [17].

В настоящее время Институт биологии и биотехнологии КН МОН РК работает на международном проекте НАТО“New Phytotechnology for Cleaning Contaminated Military Sites”по исследованию биоремедиации загрязненных тяжелыми металлами почв Казахстана с помощью мискантуса [18].

Все вышесказанное определяет актуальность разработки методов получения активированных углей из растительных отходов – соломы мискантуса.

Методы исследования и материалы

Материалы соломы мискантуса первого года выращивания для проведения исследований были предоставлены в рамках проекта Институтом биологии и биотехнологии растений [18].

Предварительно подготовленную соломы мискантуса измельчают на роторной ножевой мельнице РМ 120 до размера кусков 1-5 см. В химический стакан вместимостью 0,5 дм^3 загружают 30 г растительной массы мискантуса после резки, заливают 400 мл воды, перемешивают, отделяют твердый остаток, сушат 2 часа при 60-65°С, затем при 100-105°С до постоянной массы.

Проведен ряд экспериментов по нахождению наиболее оптимальной температуры и времени карбонизации для соломы мискантуса. Карбонизацию сырья проводят в муфельной печи в атмосфере азота со скоростью подъема температуры 1-5 °С/мин. Температуру обжига устанавливают от 300°С до 600°С.Обжиг проводят в течение 30 и 60 минут. По завершении процесса карбонизации реактор охлаждают, выгружают карбонизат и направляют его в печь активации. (Температура, время обжига и скорость подъема температуры определены экспериментально, как наиболее оптимальные).

Образец после обжига подвергают активациипеперегретым водяным паром при 800-850°С и расходе пара 100-200 г на 50 г карбонизованного продукта. Время активации: 60-120 минут.

Для установления эффективности процессов карбонизации и активации провели элементный анализ, определение предельного объема сорбционного пространства по азоту, исследование активной поверхности с помощью сканирующего микроскопа.

Изучение поверхности сорбентов и их структуры, элементный анализ проводили на электронном сканирующем микроскопе Quanta 3 D 200 i (FEI, США) с использованием EDAX детектора.

На приборе Sorbtometer M в соответствии с методом БЭТ провели анализ по нахождению удельной площади поверхности, а также удельный объем пор.

Физико-химические работы были проведены в ДГП "ЦФХМА", ДГП "ННЛОТ" и ЛФХМИ факультета химии и химической технологии Казахского Национального университета им. Аль-Фараби.

Результаты и их обсуждение

По результатам проведенных опытов наиболее оптимальной температурой обжига является 400-450 ^{0}С. Увеличение температуры выше 450 ^{0}С ведет к озолению образца. Ведение процесса при температуре менее 400 ^{0}С приводит к неполной карбонизации лигнина. При температуре обжига 400-450^{0}С за 30 минут термической обработки материала происходит полное обугливание образца,дальнейшее увеличение времени карбонизации ведет к излишним затратам электроэнергии (таблица 1).

Таблица 1: **Результаты элементного анализа углей на основе соломы мискантуса, полученные при разных температурных режимах**

Условия карбонизации	Массовая доля элемента, %						
	C	O	Mg	P	Cl	K	Ca
$T_{обж.}$- 300-350°С, $t_{обж.}$-60мин	57,1	21,8	2,49	3,03	5,01	8,5	2,05
$T_{обж.}$- 400-450 °С, $t_{обж.}$-60мин	81,1	6,5	0,49	0,53	3,02	7,7	1,05
$T_{обж.}$- 500-550 °С, $t_{обж.}$-30мин	79,8	7,6	0,48	0,71	3,19	7,2	1.02

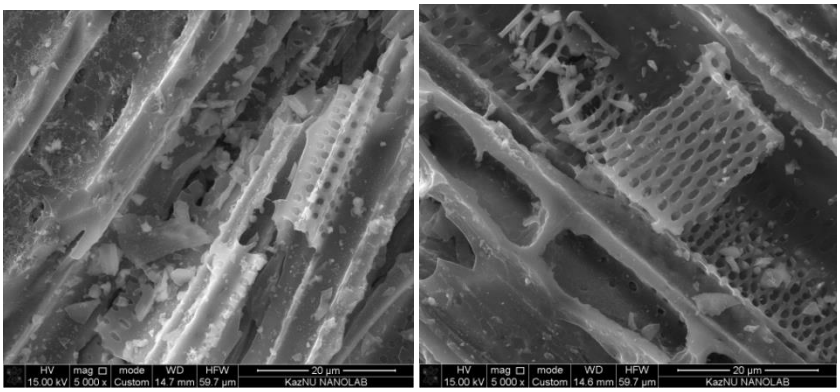
Активация угля на основе соломы мискантуса (УМ)в течение 120 минут при температуре 800 °С с использованием перегретого водяного пара позволяет получить активированный уголь (АУМ) с площадью удельной поверхности 408 м^2/г и адсорбционным объемом 0,175 см^3/г (таблица2).

Таблица 2. **Характеристики пористой структуры углей на основе соломы мискантуса ($T_{обжига}$- 400°С , $t_{обжига}$ - 30 мин., $T_{акт}$ - 800°С)**

Характеристики структуры углей	УМ	УАМ, $t_{акт}$ - 60 мин.	УАМ, $t_{акт}$ -120 мин
Площадь удельной поверхности, м^2/г	27,2	251,1	408,8
Удельный объем пор, см^3/г	0,012	0,108	0,175

Увеличение времени активации угля с 60 минут до 120 минут позволяет в 1,6 раз увеличить площадь удельной поверхности и удельный объем пор.

По результатам микроскопического исследования полученные образцы углей обладают пористой структурой (рисунок 1).



(а) (б)

Рис. 1- Микрофотографии угля из соломы мискантуса
($T_{обжига}$- 400°С , $t_{обжига}$ - 30 мин, $T_{акт}$ - 800°С, $t_{акт}$ - 120 мин):
а) до активации; б)- после

После активации карбонизованного образца увеличилось количество порна поверхности угля (рисунок 1 (б)).Диаметр пор как активированного, так и не активированного угля лежит в пределах от 0,7 мкм до 2,5 мкм.

Для всех образцов активированных углей, полученных на основе соломы мискантуса, наблюдается тенденция уменьшения насыпной плотности с увеличением степени обгара (таблица 3).

Таблица 3: **Результаты элементного анализа углей на основе соломы мискантуса ($T_{обжига}$- 400°C , $t_{обжига}$ - 30 мин, $T_{акт}$ - 800°C, $t_{акт}$ - 120 мин)**

Элемент	Массовая доля, %	
	УМ	УАМ
C	79,8	89,9
O	7,6	7,4
Mg	0,48	0,39
P	0,71	-
Cl	3,19	0,42
K	7,17	1,82
Ca	1,02	-

Активация водяным паром приводит к выгоранию неструктурированного углерода.

Заключение

Разработан метод получения сорбционно-активных углеродных материалов на основе доступного возобновляемого сырья растительного происхождения – растения мискантуса.

Установлен наиболее оптимальный температурный режим карбонизации для соломы мискантуса. Обжиг при температуре 400-450^{0}С в течение 30 минут приводит к получению образца с максимальным содержанием углерода по массе.

Активация полученного карбонизата в течение 120 минут при температуре 800 °С с использованием перегретого водяного пара позволяет получить активированный уголь с площадью удельной поверхности 408 м^2/г, адсорбционным объемом 0,175 см^3/г.

Сравнение характеристик структуры традиционных углей и полученных на основе соломы мискантуса показало, что они обладают сравнительной удельной поверхностью (400 - 410 м^2 /г). Последнее позволяет рассматривать углеродные материалы на основе соломы мискантуса в качестве альтернативы традиционным угольным сорбентам.

В данной работе показано, что получение активных углей на основе соломы мискантуса позволяет решать двуединую задачу: во-первых, они могут использоваться в разных отраслях промышленности, при этом снижая затраты по сравнению с дорогостоящими сорбционными материалами, во-вторых, учитывается и экологический аспект.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Мухин В.М. , Курилкин А.А. , Воропаева Н.Л. , Лексюкова К.В. , Учанов П.В. Место активных углей в экологии и экономике, новые технологии их производства // Сорбционные и хроматографические процессы. — 2016. — Т. 16. — № 3 —С. 346-353.

[2] Бишимбаев В.К. Экологические вопросы в химической промышленности // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия химическая. 2011. №1. С. 58-65.

[3] Варламова С.И., Климов Е.С. Экологическая безопасность предприятий машиностроения// Изв. вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2005. – Приложение № 2. – С. 163–168.

[4] Указ Президента Республики Казахстан О Государственной программе по управлению водными ресурсами Республики Казахстан на 2014-2040 годы// http://ecoinfo.kz/wp-content/uploads/t8.pdf

[5] Еремеева Ю. Н. Исследования по повышению эффективности очистки производственных сточных вод ТОО «Казцинк»// автореф. Дис. Канд. Техн. Наук.— Алматы, 2010 г.

[6] Пимнева Л.А., Загорская А.А. Использование активированного угля для интенсификации процессов очистки природных вод тюменского региона // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6.

[7] Производство активированного угля, в том числе из отходов деятельности сельского хозяйства Республики Казахстан Http://atameken.kz/uploads/content/files/%D0%90%D1%82%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D0%BA%D0%B5%D0%BD_%20%D0%9C%D0%98-2017_%20%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B8%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B

2%D0%BE%20%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D1%83%D0%B3%D0%BB%D1%8F.pdf

[8] Соколов А.Ю., Нечипуренко С.В., Ефремов С.А. Адсорбция марганца на активированных углях, полученных карбонизацией саксаула // 5 Беремжановский Международный съезд по химии, Вестник КазНУ, С. хим., Алматы. – №4(44). – 2006. – С.117-120.

[9] Валинурова Э.Р., Гимаева А.Р., Кудашева Ф.Х. Исследование процесса сорбции ионов хрома (III) и хрома (VI) из воды активированными углеродными адсорбентами // Вестник Башкирского университета. – 2009. – Т.14. – Вып.12. – С. 385-388.

[10] Adebowale K.O., Unuabonah I.E., Olu-Owolabi B.I. Adsorption of some heavy metal ions on sulfate- and phosphate-modified kaolin // Applied Clay Science. – 2005. – Vol. 30. – P. 145–148.

[11] Jones M.B., Walsh M. Miscanthus for energy and fibre. – Origins and Taxonomy of Miscanthus. – 2001.James & James Publishers, London. – P. 2-9

[12] Nsanganwimana F., Pourrut B., Mench M., Douay F.Suitability of *Miscanthus* species for managing inorganic and organic contaminated land and restoring ecosystem services. A review //Journal of EnvironmentalManagement. – 2014. – Vol.143. –P.123-134.

[13] Pidlisnyuk B., Erickson L., Kharchenko S., Stefanovska T. Sustainable Land Management: Growing *Miscanthus* in Soils Contaminated with Heavy Metals // Journal of Environmental Protection, Special Issue in Environmental Remediation. – 2014. – Vol. 5. – P. 723-730.

[14] Pidlisnyuk V.V., Soloshich I.A. Bioenergy as a perspective direction for implementation sustainability// In a Book: Socioekonomicke a Environmentalni aspekty udrzitelnehorozvoje –2013.– Marie Heskova a kol., Vysoka Skola Evropskych Studii, Ceske Budejobice: Czech Republic – P.191-195.

[15] Вырастить, чтобы сжечь. Www1.voanews.com

[16] В России начались исследования в области энергетической травы. Http://www.vashsad.ua/news/events/show/32/

[17] Ученые ИЦиГ СО РАН предлагают достойную замену хлопчатнику//http://www.bionet.nsc.ru/index/press-czentr/press-relizyi/2017/02/28/uchenyie-iczig-so-ran-predlagayut-dostojnuyu-zamenu-xlopchatniku/

[18] New Phytotechnology for Cleaning Contaminated Military Sites. Project of NATO G 4687.

Әбіт К.Е., Наурызбаев М.К.

Мискантус сабанынан белсендірілген көмірді алудың технологиялық процесі.

Түйіндеме.Біз мискантустың сабанынан белсендірілген көмірлерді алудың технологиялық процесін жасадық. Өткізілген эксперименттердің нәтижесінде белсендірілген көмірлерді алудың оңтайлы шарттарытабылды, сонымен қатар олардың физика-химиялық қасиеттері анықталды. Мискантус сабанынын негізінде алынған белсендірілген көмірлер дамыған беттк ауданғаие және оларды химиялық технологияларда сәтті қолданылуға болады.

Түйінді сөздер:карбонизацияландыру, мискантустыңсабаны, белсендіру, белсендірілген көмір.

Abit K.E., Nauryzbayev M.K.

The process of activated carbon obtaining from silver-grass haulm

Summary. We have developed a technological process of activated carbons obtaining from the silver-grass haulm. As a result of the experiments, the most optimal conditions for AC obtaining based on silver-grass haulm and their physical and chemical properties were established. The obtained AC based on silver-grass haulm has a developed surface area and can be successfully used in the chemical technologies.

Key words: carbonization, silver-grass haulm, activation, activated carbons.

УДК 621.18

Yu. M. Buldakov, M.G. Egizekov
(East Kazakhstan State Technical University named after D. Serikbayev
E-mail: zhte@mail.ru)

COMMERCIAL COAL AND ITS COMBUSTION PRODUCTS: A COMPLEX USE OF COAL AND IMPLEMENTATION OF THE COMMERCIAL INTEREST

Abstract. The article reveals the main directions of development and realization of commercial interest regarding ordinary coal and its combustion products in the era of the "green" economy. Gases carry with them not only acid constituents and "unburned" coal, but also a huge amount of heat into the atmosphere. Ash and slag, as well as concentrating in them "unburning" from coal combustion – is considered as the most valuable multi-component secondary raw materials for metallurgy, construction industry, agriculture, pharmacology and nanotechnology. It is demonstrated the very time to recognize carbon-burning objects with their infrastructure as one of the main energy-technological

complexes that make it possible to become an additional source to get precious metals and products issue with a high added value.

The analytical study presents the results and examples on the use of coal combustion products in a wide segment of the national economy. Effective ways to solve the problem of full, integrated use of coal are shown.

Keywords: coal, combustion products, ash, slags, extraction, quality, impulse and slow response device, "unburning"

Ю.М. Булдаков, М.Г. Егизеков
(Восточно-Казахстанский государственный технический университет имени Д. Серикбаева)

ТОВАРНЫЙ УГОЛЬ И ПРОДУКТЫ ЕГО ГОРЕНИЯ: О КОМПЛЕКСНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЯ И РЕАЛИЗАЦИЯ КОММЕРЧЕСКОГО ИНТЕРЕСА

Аннотация. Статья раскрывает основные направления совершенствования и реализации коммерческого интереса к обычному углю и продуктам его сжигания в условиях наступления эры «зеленой» экономики. Газы выносят с собой не только кислотные составляющие и «недожог» угля, но и огромное количество тепла в атмосферу. Зола и шлаки, а также концентрирующийся в них «недожог» от сгорания угля – рассматривается как ценнейшее многокомпонентное вторичное сырье для металлургии, строительной отрасли, сельского хозяйства, фармакологии и нанотехнологий. Показано, что пришло время признать углесжигающие объекты с их инфраструктурой как одними из основных энерготехнологических комплексов, позволяющих стать дополнительным источником по извлечению ценных металлов и выпуску товарной продукции с высокой добавленной стоимостью.

В аналитическом исследовании представлены результаты и примеры по использованию продуктов сгорания угля в широком сегменте народного хозяйства республики. Показаны эффективные пути решения проблемы полного, комплексного использования угля.

Ключевые слова: уголь, продукты сгорания, зола, шлаки, извлечение, качество, импульсно-иннерционная установка, «недожег».

Введение

Каменный уголь, как исходное сырье для производства электроэнергии и тепла содержит в себе «чистое» топливо – 75-95% углерода и не горючие элементы. Более седьмой части этой горючей массы угля в процессе сжигания выносится в атмосферу в виде пылегазовой смеси, теряется со шлаками и золой («недожег»), что в целом снижает коэффициент использования угля. Для снижения потерь угля необходимо создать условия полного сгорания угля в топке, что позволит улучшить качество получаемых в результате сгорания золошлаков, как основы цементов и стройматериалов, а также возможного последующего извлечения из них редкоземельных металлов.

Следует отметить, что ~5-25% негорючей части угля включает в себя, кроме влаги, пустую породу – оксиды кремния, алюминия, железа и кальция. Это, по сути, каждый шестой-седьмой вагон товарного угля в виде «голых камней», поступающих на предприятие, которые надо разогреть до заданной температуры, проплавить при 1250-1550°C и удалить из топки. С другой стороны, необходимо учитывать, что:

а) проплавленная пустая порода – идеальное сырье, как лучший заменитель песка, гравия, части асфальта, а также основа прочных кирпичей и бетонов, панелей и облицовки;

б) проплавленная часть пустой породы – полиметаллическое сырье для металлургической отрасли, используемой для производства ряда ценных металлов;

в) проплавленная порода – многокомпонентное сырье химической отрасли, включая и получение удобрений;

г) проплавленная порода – перспективное сырье нанотехнологий для производства микронитей, компонент теплосберегающих материалов, прошедший в процессе плавки необходимую внутреннюю атомно-молекулярную реструктуризацию;

д) «недожег» угля, извлеченный из проплавленной «пустой» породы – идеальный естественный сорбент для очистки жидкостей, газов и воздуха.

Сегодня уже большинство промышленных предприятий в мире и в постсоветском пространстве идут в направлении комплексности использования угля и продуктов его сжигания [1-6]. За счет высокотехнологичной переработки создаются новые продукты [7-9], в том числе, и из отходящих газов, которые широко используются в различных отраслях экономики.

Изложенные узловые моменты позволяют провести системный анализ, оценить возможность использования продуктов сгорания угля с точки зрения коммерческой привлекательности для получения

товарных продуктов и наметить пути достижения наиболее полного сжигания угля с учетом вышеуказанных недостатков.

Анализ использования угля и продуктов его горения.

Проблемы комплексного использования угля и продуктов его сжигания объясняются составами негорючей массы различных углей, которые могут варьироваться в зависимости от месторождения используемых углей (таблица 1).

Таблица 1. **Сравнительный химический состав минеральной части, полученных после сжигания угля**

Промышленные ТЭС и используемые угли	Содержание, %							
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	Прочие
Усть-Каменогорская ТЭЦ (Кузнецкий уголь)	56,92	21,81	4,27	3,59	2,12	2,64	0,82	7,83
ТЭЦ Семей (Кузнецкий уголь)	55,37	20,35	6,21	3,03	1,86	1,89	0,75	10,54
Экибастузская ГРЭС-1 (Экибастузский уголь)	52,34	27,74	5,26	1,53	0,46	1,63	0,65	10,39
Павлодарская ТЭЦ Экибастуз. уголь	54,18	28,37	7,47	1,14	0,55	0,47	0,28	7,54
Карагандинская ТЭЦ (Карагандинский уголь)	60,27	25,54	5,85	3,65	1,05	1,35	1,06	1,23
Усть-Каменогорская ТЭЦ (Уголь месторождения Каражыра)	49,13	31,26	7,32	3,91	2,38	2,14	2,40	1,46

Приведенные в таблице данные показывают, что основу минеральной массы продуктов, полученных после горения угля, составляют оксиды кремния, алюминия, железа и кальция, являющиеся как шлаковыми компонентами, используемых в процессах металлургической плавки, так и составляющими, пригодными для производства строительных растворов, бетонов и цемента. Приведенные результаты показывают, что при организации новых подходов и решений, получаемые продукты вполне могут быть стратегическим сырьем для получения ряда важнейших элементов и товарных продуктов. Таким образом, уголь необходимо рассматривать не только с точки зрения объекта, пригодной для выработки электроэнергии и тепла, но и учитывать другие возможности использования угля и продуктов его горения в качестве стратегического источника сырья для производства дополнительного вида товарной продукции с высокой добавленной стоимостью.

Уголь, как объект теплоэнергетики. Тепловые электростанции и промышленность являются главными потребителями топливно-энергетических ресурсов, основным из которых считается каменный уголь. Потому улучшение качества угля и его рациональное использование в теплоэнергетике имеет огромное значение.

Обычно оценка качества угля с позиции теплоэнергетиков рассматривается по следующим технологическим показателям:

– влажность угля (общая W_t);
– выход летучих веществ (V_d);
– зольность (A^r - содержание золы);
– содержание серы (S);
– теплота сгорания (Qrn).

Зольность – как известно основной показатель качества угля. Минеральные вещества золы или все твердое, оставшееся после сжигания угля, – балласт и источник вредных химических элементов, усиливающий отрицательный характер воздействия на экологию окружающей среды.

Энергетическая ценность угля определяется теплотой его сгорания: при этом высшая теплота сгорания Q^r_s (пересчет на сухое беззольное состояние) – используется для сопоставления и классификации углей, а низшая Q_i (при конкретных значениях влажности и зольности) – характеризует топливо в его естественном состоянии [10].

Необходимо отметить, что основные технологические показатели, применяемые при оценке качества угля, тесно связаны между собой. К примеру, оценка годности угля для коксования требует анализа более 30 показателей, в то время как оценка эффективности использования конкретного вида топлива на предприятии связано, в основном, с такими показателями, как зольность, технология подготовки угля к сжиганию и совершенствование процесса горения угля.

Уголь, как металлургическое сырье. Результаты первичной оценки составляющих продуктов горения угля, приведенных в таблице 1, показывают возможность использования шлакообразующих оксидов кварца, алюминия, железа, содержащих редкоземельные и ряд других ценных металлов (титан, цирконий, ниобий, серебро, золото, уран и др.) в качестве сырья для их извлечения.

Учитывая то, что алюминий, железо, редкоземельные элементы могут извлекаться в совокупности, вполне можно достичь высокого (до 35%) комплексного извлечения ценных компонентов в товарные продукты из продуктов сжигания угля с высокими ценовыми и маркетинговыми показателями. При этом порог экономически приемлемых содержаний, например, глинозема в золошлаках может быть в пределах до 27%, а железа в шлаках – 7,5% и выше. Очень перспективна глубокая переработка золошлаков с получением глинозема, кремнезема, концентрата железа и целого ряда редкоземельных материалов. Так, в настоящее время в Польше из золошлаков получают более 150 тыс. тонн алюминия ежегодно [11]. В Китае в 2012 г. был запущен масштабный проект в Тогто (Tuoketuo), где базируется крупнейшая электростанция по сжиганию угля. Завод ежегодно производит 240 млн. т сырья для получения алюминия и 200 млн. т силиката кальция из золошлаков. Сегодня в КНР ежегодно из золошлаков получают сотни миллионов тонн алюминия, полностью покрывая потребности успешно развивающихся в стране авиационной и космической отрасли [12].

Золошлаки также могут быть источником для получения лития и урана. По крайней мере, сегодня «ноу-хау» новых технологий, направленных на решение данного вопроса принадлежит канадской компании Sparton Resources, которая системно и активно занимается R&D в направлении утилизации продуктов горения угля.

Продукты сжигания угля – сырье строительной отрасли. Из золы делают зольный кирпич, как полнотелый, так и с пустотами. По сравнению с керамическим и силикатным кирпичами у него ниже теплопроводность и себестоимость. При сравнении технико-экономических показателей зольного кирпича с пустотами и популярного нынче ячеистого бетона, получается, что при меньшей плотности бетона в 1,4–2 раза, прочность зольного кирпича в 5–8 раз выше.

Золошлаковые материалы (ЗШМ) обладают уникальными особенностями: низкой теплопроводностью, отличной плотностью. Химический и минералогический состав зольных и шлаковых отходов прекрасно подходит для производства строительных материалов.

Интересна технология производства кирпича с использованием недорогих легкоплавких глазурей, подготовленных гранул песчано-глинистых пород, других алюмосиликатных материалов, а также золошлаков, спекающихся при низких температурах печей с терморадиационным нагревом, позволяющих в разы сократить время обжига и спекания, для него «недожег» в золе и шлаке, - то, что надо. Получаемый аглопорит — искусственный пористый заполнитель, его можно делать в виде гранул разных форм и размеров с добавлением в конструкционные легкие бетоны, использованием в дорожном строительстве.

Аглопорит, как заполнитель, в разы прочнее и дешевле по сравнению с широко используемым керамзитом по ГОСТу 9757-90.

Таким образом, золошлаковые материалы могут неограниченно использоваться как добавки и наполнители для производства широкого спектра строительных материалов: цемента, бетонов, растворов, кирпича, а также, как компонент земляного полотна автодорог.

Определенную ценность золошлаки имеют и в сельском хозяйстве - при производстве удобрений.

Проведенный анализ показывает, что каменный уголь не просто готовое сырье для выработки электроэнергии, но и образующее в результате сжигания отходы в форме золы, шлака относительно дешевое энергетическое сырье, которое может служить дополнительным источником сырья для извлечения множества ценных компонентов. Кроме того, зола и шлаки близки по своим основным компонентам к составам цемента, строительным растворам, щебня и другим товарным продуктам строительной отрасли.

Уголь, как сырье нанотехнологий. На сегодня в золе и шлаках самыми ценными компонентами являются алюмосиликатные, стеклянные и ферро микросферы, образующиеся при факельном сжигании угля, представляющие собой полые, почти идеальной формы шарики с гладкой поверхностью, диаметром от 10 до нескольких сотен микрометров (рисунок 1).

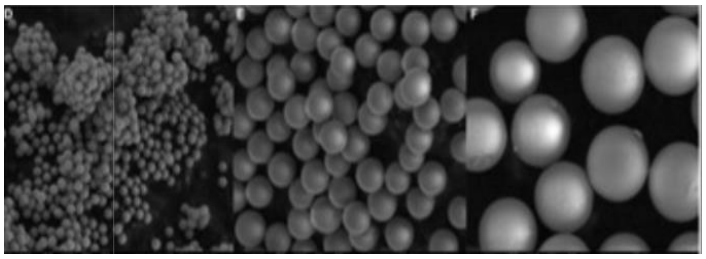


Рис. 1. Общий вид металлосфер, содержащихся в золошлаковых отходах ТЭЦ

Стенки микросфер сплошные, непористые, толщиной 2-10 мкм. Температура плавления микросфер 1400-1500 °С, плотность 580-690 кг/м³, внутренняя полость частиц заполнена газами. Содержание микросфер в золошлаках составляет менее процента, однако за год на крупных электростанциях их количество может достигать до многих тысяч тонн.

Стенки микросфер сплошные, непористые, толщиной 2-10 мкм. Температура плавления микросфер 1400-1500 °С, плотность 580-690 кг/м³, внутренняя полость частиц заполнена газами. Содержание микросфер в золошлаках составляет менее процента, однако за год на крупных электростанциях их количество может достигать до многих тысяч тонн.

Микросферы, образованные из наночастиц, совмещают в себе несколько функций и могут быть использованы в качестве самых эффективных экологических изоляторов – покрытий. Эти уникальные материалы уже используются в высоких технологиях. Обладая высокими тепло-, свето-, газо-, влаго- и огнезащитными свойствами, они применяются в виде наноструктурированных грунтов, красок, смазок, мастики, пыли в самых неожиданных сферах деятельности человека.

Покрытие алюмосиликатных микросфер тонкими оболочками из расплавленного металла в 10-30 нанометров придает им новые свойства: непрозрачность в инфракрасном и СВЧ диапазоне волн, увеличивает теплоизолирующие свойства за счет отражения ИК излучения [13].

Представляет интерес оценка использования угля и продуктов его сжигания месторождения Каражыра. Более десяти лет все промышленные предприятия Восточно-Казахстанской области используют энергетический уголь марки Д данного месторождения с относительно высоким качеством. Зольность угля – 12-25%, низшая теплота сгорания – 4500-5200 ккал/кг.

Фазовый и гранулометрический состав исследованных проб шлаков и золы показаны на рис.2.

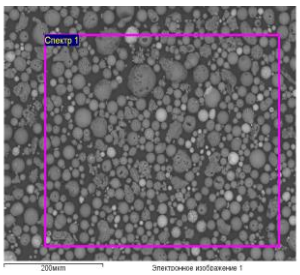
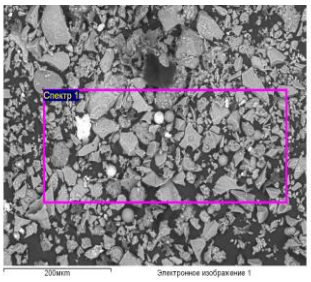
Фазовый состав	Гранулометрический состав
Зола: Кварц SiO_2 Тиоцианид кремния $Si(NCS)_4$ Силиманит Al_2SiO_5 Сульфат железа и калия $K_3Fe(SO_4)_3$ Силикат магния Mg_2SiO_4	
Шлак: Силиманит Al_2SiO_5 Алюмосиликат алюминия $Al(Al_{1,69}Si_{1,22}O_{4,85})$ Алюминат кальция, натрия $Ca_{8,688}\ Na_{0,625}(Al_6O_{18})$ Алюмосиликат кальция, натрия $Ca_{7,902}Na_{1,73}(Al_{5,5}Si0_{5,018})$ тетраоксоциклогексен, динатрий диолат, $Na_2C_6O_6$.	

Рис. 2. Фазовый и гранулометрический состав золы и шлака

Комплексные исследования проб шлаков и золы, включающие рентгенофазовый и микроэлементный методы анализа с использованием рентгеновского дифрактометра X'Pert PRO, а также электронно-микроскопическое их изучение, позволили определить фазовый и гранулометрический состав исследуемых материалов, что позволило провести обсуждение полученных результатов с общих единых позиций.

Таблица 2. **Химический состав золы и шлака, полученных после сжигания угля**

№	Содержание элементов, %										
	C	O	Na	Mg	Al	Si	Fe	K	Ca	Ti	Пр.
Зола	28,55	44,50	0,50	0,45	6,74	12,26	3,36	0,48	1,01	0,43	1,72
Шлак	18,66	47,51	0,57	1,02	8,11	13,85	5,46	0,81	2,13	0,40	1,48

Из приведенных данных видно, что продукты горения угля - зола и шлак, по химическим составам, близки между собой, несмотря на то, что первый из них улавливается как летучий продукт в циклонах и фильтрах, а второй – представляет конденсированный продукт в виде оксидов, получаемый при сжигании угля. Обращает на себя внимание высокое содержание углерода в золе и шлаке – 28,55 и 18,66%, соответственно, что свидетельствует о существенном «недожоге» и потере активной массы энергетического угля.

В 2017 г. на «Рудно-Алтайском опытно-экспериментальном предприятии» (РАОЭП) при поддержке Технопарка «Алтай», по заявке АО «Усть-Каменогорские тепловые сети» и ТОО «УК ТЭЦ» были проведены исследовательские работы по обогащению угля с разреза ТОО «Каражыра LTD». Обогащению были подвергнуты угли со следующими характеристиками: влажность - 14,5%; зольность – 15,5%; сера – 0,37%; теплота сгорания - 4881ккал/кг.

Реализация технологии обогащения угля была проведена с использованием полупромышленной импульсно-инерционной установки. Принципиальная схема технологии показана на рис.3.

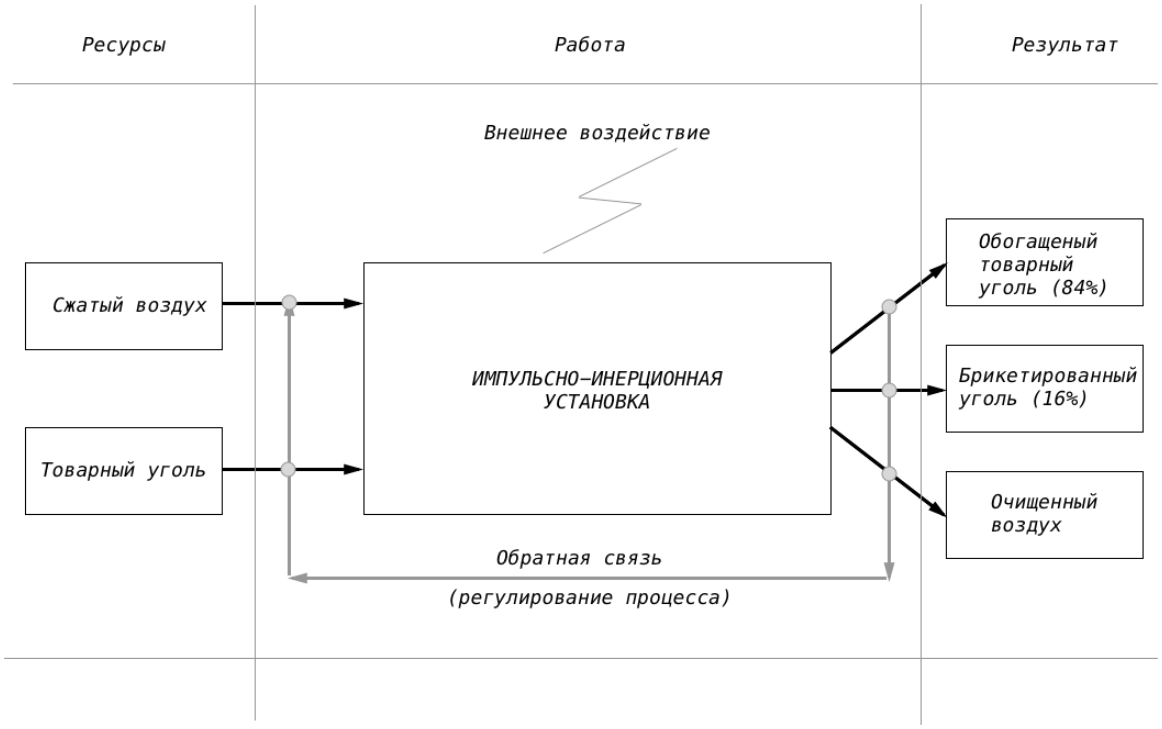


Рис. 3. Принципиальная схема обогащения угля разреза Каражыра

Результаты проведенных испытаний показали высокую эффективность новой технологии [14,15]. Установлено, что качество конечных продуктов, получаемых по технологии обогащения товарного угля с использованием импульсно-инерционной установки, отвечает всем требованиям современных международных стандартов. В результате проведенных полупромышленных испытаний были достигнуты следующие технологические показатели:

1. энергоэффективность обогащенного угля повышена с 4881 ккал/кг до ~5400 ккал/кг;
2. за счет снижения зольности угля с 15,5 до 9,1%, потери тепла сокращены до 42%;
3. отходы, получаемые после обогащения угля, массой менее 16 % – использовано как богатое сырье для производства угольных брикетов, которые имеют значительный спрос в цветной и черной металлургии.

Наряду с достигнутыми положительными технологическими показателями удалось значительно сократить выброс пыли, серы и газов в атмосферу.

Достигнутые результаты показывают принципиальную возможность и высокую эффективность технологии дополнительного, вторичного обогащения товарного угля, базирующейся на применении разработанной РАОЭП новой импульсно-инерционной установки. Предварительные расчеты экономической эффективности от применения новой технологии для отдельно взятой районной котельной № 2 г. Усть-Каменогорска показали, что при сжигании угля месторождения Каражыра достигается высокий экономический эффект, составляющий 8840 тыс. тенге.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Nolan P. Flue Gas Desulfurization Technologies for Coal-Fired Power Plants. *Coal-Tech 2000 International Conference.* Indonesia, Jakarta, 2000.

[2] Алиев Г.М. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов. - М.: Металлургия, 2012. –544 с.

[3] Yosim S.J., Grantham L.F., Mckenzie D.E., and Stegmann G.C. Chemistry of Molten Carbonate Process for Sulfur Oxides Removal from Stack Gases // Advances in Chemistry Series. –1973, 174.

[4] Mcillroy R.A., Atwood G.A., and Major C.J. Absorption of Sulfur-Dioxide by Molten Carbonates. // Env. Sc. Technol. –1973. –№ 7. –P.1022.

[5] Krebs T. and Nathanson G.M. Reactive collisions of sulfur dioxide with molten carbonates // *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* –2010, **107**(15). –P.6622–6627.

[6] Борбат В.Ф., Адеева Л.Н., Колосов П.Е., Михайло Ю.Л. Отходы углей - перспективное сырье для различных отраслей промышленности //Материалы междунар. науч. семинара «Инновационные технологии-2011». - Красноярск, 2011.

[7] Kaplan V., Wachtel E. and Lubomirsky I. Carbonate melt regeneration for efficient capture of SO_2 from coal combustion // RSC Adv., 2013, **3**(36), –P.15842–15849.

[8] Досмухамедов Н.К., Жолдасбай Е.Е., Каплан В.А., Нурлан Г.Б. Извлечение серы из сульфатно-карбонатного расплава щелочных металлов восстановлением монооксидом углерода // Горный Журнал Казахстана. –2016. –№ 2. –P.28-33.

[9] Ashar N.G. and Golwalkar K.R. A Practical Guide to the Manufacture of Sulfuric Acid, Oleums, and Sulfonating Agents. London Springer, New York. 2013, p.152.

[10] Антипенко Л.А., Ермаков А.Ю. Перспективы развития технологий обогащения углей Кузбасса и Восточной Сибири // Горная техника. - 2015.

[11] Черепанов А.А., Кардаш В.Т. Комплексная переработка золошлаковых отходов ТЭЦ (результаты испытаний) // Геология и полезные ископаемые мирового океана. 2009. Вып. 2.

[12] Берт Р.О., Миллз К. Технология гравитационного обогащения/ пер. с англ. Бачевой Е.Д. – М.: Недра, 2015.

[13] Производство микросфер. Алюмосиликатные микросферы, стеклянные микросферы Группа компаний ИНОТЭК. –М.: 2016.

[14] Егизеков М.Г., Скориков С.П., Булдаков Ю.П., Реймер Ю.А. Способ классификации минерального сырья импульсно-инерционным методом и устройство для его осуществления. Отчет НИР № ГР 0116РК000407. Усть-Каменогорск, 2016.

[15] Булдаков Ю.П., Скориков С.П., Парцалиди Н.Г., Реймер Ю.А. Внедрение способа безреагентного обогащения товарного угля импульсно-инерционным методом и устройства для его осуществления. ВКТ «Алтай». Отчет НИР № ГР 0116РК000407.Усть-Каменогорск, 2017.

Булдаков Ю.М., Егізеков М.Г.

Тауарлы көмір және оның жану өнімдері: Көмірді кешенді пайдалану және коммерциялық қызығушылықты тудыру

Түйіндеме. Мақала «жасыл» экономика ғасыры келуі жағдайында қарапайым көмірге және оның жану өнімдеріне коммерциялық қызығушылықты іске асыру және жетілдірудің негізгі бағыттарын ашуға бағытталған. Газдар өздерімен бірге тек қышқылды құрастырушыларды және көмірдің «жанбауын» ғана емес, сонымен қатар атмосфераға үлкен мөлшерде жылуды алып кетеді. Күл және шлак, сонымен бірге оларда көмірдің жануынан жиналатын «жанбау» – металлургияда, құрылыс өндірісінде, ауыл шаруашылығында, фармакологияда және нанотехнологияда құнды көпкомпонентті екіншілей шикізат ретінде қарастырылады. Көміржағу нысандары олардың инфақұрылымдарымен негізгі энерготехнологиялық кешендерінің, бағалы металдарды бөліп алу және жоғары құнды дайын өнім шығару бойынша қосымша шикізат көзі болуына мүмкіндік беретін, бірі ретінде мойындау уақытысы келгені көрсетілген.

Аналитикалық зерттеулер нәтижелері және кең буында республиканың халық шаруашылығында көмірдің жану өнімдерін қолдану мысалдары көрсетілген.Көмірді толық, кешенді қолдану мәселелерін тиімді шешу жолдары көрсетілген.

Түйін сөздер: көмір, жану өнімдері, күл, шлактар, бөліп алу, сапа, импульсті-иннерциялық қондырғы, «жанбау».

Yu. M. Buldakov, M.G. Egizekov

Commercial coal and its combustion products: a complex use of coal and implementation of the commercial interest

Summary. The article reveals the main directions of development and realization of commercial interest regarding ordinary coal and its combustion products in the era of the "green" economy. Gases carry with them not only acid constituents and "unburned" coal, but also a huge amount of heat into the atmosphere. Ash and slag, as well as concentrating in them "unburning" from coal combustion – is considered as the most valuable multi-component secondary raw materials for metallurgy, construction industry, agriculture, pharmacology and nanotechnology. It is demonstrated the very time to recognize carbon-burning objects with their infrastructure as one of the main energy-technological complexes that make it possible to become an additional source to get precious metals and products issue with a high added value.

The analytical study presents the results and examples on the use of coal combustion products in a wide segment of the national economy. Effective ways to solve the problem of full, integrated use of coal are shown.

Keywords: coal, combustion products, ash, slags, extraction, quality, impulse and slow response device, "unburning"

ӘӨЖ 620.22

А. Хабай, М. К. Бактыбаев
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық техникалық зерттеу университет,
Алматы, Қазақстан Республикасы,
anar_kh@mail.ru)

ЖОҒАРЫ ТЕМПЕРАТУРАЛЫ ДАТЧИКТЕРГЕ ҚОЛДАНЫЛАТЫН МАТЕРИАЛДАР

Аннотация: Қазіргі таңда техникалық процестердегі жоғары температураны өлшейтін датчиктерге қолданылатын материалдарға талдау жасау. Поликремний технологиясын қолданып дайындалған сезімтал элемент құрылымын қарастыру.

Кілт сөздер: жоғары температуралы датчик конструкциясы, функциялық материалдар, синтетикалық алмаз, кең-энергетикалық саңылаусыз жартылай өткізгіштер.

Жоғары температура жағдайында физикалық процестерді зерттеу технологияның дамуына, жаңа өнімдер мен процестерді (атом-энергетикалық кешен, зымыран-ғарыш техникасы, авиация, металлургия, химиялық өнеркәсіп және т.б.) меңгеруге байланысты өзекті мәселеге айналып келеді. Қазіргі уақытта микроэлектрониканың тыйым салынған аумағының ені жіңішке монокристалл кремний сияқты дәстүрлі материалынан және p-n–ауысуымен оқшауланған диффузиялық сенсорлы құрылымдардан жаппай бас тартуда. Әртүрлі техникалық процесстерді автоматтандыру, әртүрлі агрегаттарды, машиналарды, машиналарды тиімді басқару алуан түрлі физикалық шамалардың көптеген өлшеулерін талап етеді.

Жоғары температуралық датчикті жасаған кезде конструкцияны, технологиялар мен техникалық жабдықтауды әзірлеуді кешенді түрде жүргізу керектігін ескерте кету керек. Сонымен бірге конструкциялық және функциялық материалдардың таңдауға ерекше көңіл бөлу керек.

Функциялық материалдарға өлшенетін кіріс шаманың шығыс шамаға функциялық түрленуіне тікелей қатысатын материалдарды жатқызады. Түрлендіру процесі материал параметрлерін (кедергі, заряд, термо-ЭҚК және т.с.с.) модуляциялау арқылы кіріс шаманы идентификациялау үшін осы материалға тән физикалық эффектілерді (пьезорезисивті, терморезисивті, магнитэлектрлік және т.б.) анықтауға негізделеді.

Датчиктерде көп қолданылатын функциялық материалдарға:

- кремний;
- тензорезисивті қорытпалар;
- пьезокерамика;
- кварц;
- пьезоүлдірлер жатады.

Кремний мен кварц сияқты материалдар бір мезгілде серпімді (күштік), сонымен бірге функциялық рольді атқара отырып, күштік және түрлендіру функцияларын бірге орындай алады. Алайда, кремний мен кварц екі қызметті орындауы үшін олар өзгертілуі керектігін айта кету керек: атап айтқанда, кремний оның меншік өткізгіштігін өзгертетін белгілі бір қоспалармен легирленеді. СЭ үшін қолданылатын кварцтың (күштік материал) құрылымы аморфты болуы мүмкін, ал пьезоакустикалық СЭ үшін ол (функциялық материал) монокристалды болады. Кварцтың осындай қасиетіне оны лазерлік сәулемен қайта кристалдау арқылы қол жеткізуге болады. [1]

Электрлік емес шамалардың заманауи микроэлектронды датчиктері (МЭД) үшін микроэлектронды технологияларға жақсы сәйкес келетін монокристалды кремний (МК) қолданылады. Ал жоғары температуралы датчиктерде МК функциялық материал ретінде қолданылуы айтарлықтай төменірек.

Оны бірнеше себептермен түсіндіруге болады, олардың негізгісі температуралық тұрақсыздығының жеткіліксіздігі, ол кремниді жоғары температурада және электромагнитті, радиациялық әсердің айтарлықтай жоғары деңгейінде қолдануын шектейтін 300°К температурада 1,1 эв құрайтын тыйым салынған аймағының салыстырмалы түрде тар болуымен түсіндіріледі.

Функциялық материал ретінде кең аймақты жартылайөткізгіштер мен жартылайөткізгішті қосылыстарды қолдана отырып, бұл кемшіліктің алдын алуға болады.

Кең аймақты бірден бір жалғыз монокристалл жартылайөткізгішке алмаз жатады, оның тыйым салынған аймағы 300°К температурада 5,5 эВ құрайды.

Тағы бір басқа топқа екілік және үштік жартылайөткізгішті қосылыстар жатқызылады:[2]

– кремний карбиді (β – политип) – β –SiC, Eg = 2,4 эВ;
– галий арсениді (GaAs), Eg = 1,43 эВ;
– галлий фосфиді (GaP), Eg = 2,24 эв;
– цинк фосфаты (ZnP_2), Eg = 2,05 эВ (тетрагональ фаза);
– $MgSiP_2$, Eg = 3,1 эВ;
– $ZnSiAs_2$, Eg = 2,15 эВ;
– $CdSiP_2$, Eg = 2,2 эВ.

Жоғарыда келтірілген материалдардың ішінен жоғары температуралы датчикке қолдануға алмаз, кремний карбиді мен галлий арсениді тәжірибелік қызығушылық тудырады. Қалған материалдар ЖТД қолдану үшін үлкен ауданды кристалдарды алу қиын болғандықтан, ЖТД сезімтал элементтерінің қалыптасу процесінің технологиялығы төмен болғандықтан тәжірибелік қызығушылықтан гөрі ғылыми қызығушылық тудырады. Сондықтан үштік жартылайөткізгішті материалдар функциялық материал ретінде негізінен оптикалық сәулелендірудің көздері мен қабылдағыштарында қолданылады.

Тыйым салынған аймағы кең және шекаралық жиіліктері мен температуралары жоғары аспаптарды алуға мүмкіндік беретін кемтіктері мен электрондарының қозғалысы жоғары галий арсениді туралы айтатын болсақ, онда GaAs –құрылымның қалыптасуының кремниймен салыстырғанда ерекшеленетіндігін айта кету керек: ол күрделірек, басқарылуы қиын және қымбат. Сонымен қатар МК салыстырғанда GaAs бетінде өзін өзі бәсеңдететін оксид үлдірлерін жасау мүмкін емес, ал термиялық өңдеу кезінде одан аз мөлшердің өзінде адамға улы әсер тигізетін мышьяк пен галий қосылыстарын шығаруы мүмкін. GaAs негізінде ЖТД жасау талпыныстары әзірге зертханалық үлгілермен ғана шектеулі.

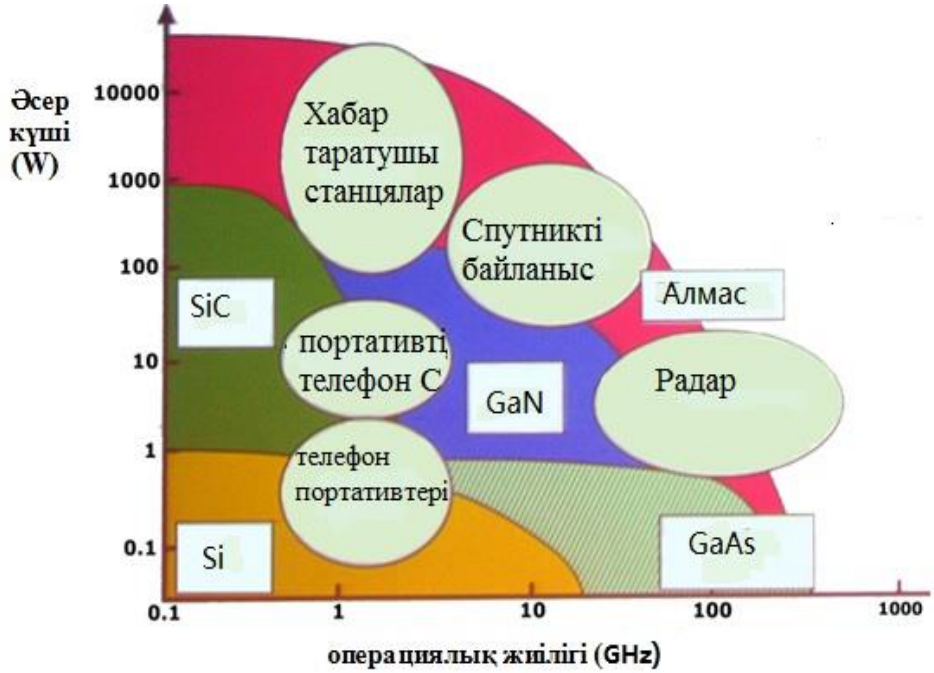
Жоғары температуралы және агрессивті ортада жұмыс істейтін датчиктерде болашақта қолданылатын материалға синтетикалық алмазды айтуға болады [3]. Жылу өткізгішітігінің жоғарылығы, термотұрақтылығы мен кез келген агрессивті ортаға және радиоактивті сәулеленуге тұрақтылығының арқасында МК мен GaAs жасалған ұқсас аспаптардан әлдеқайда жоғары бірегей сипаттамаларға ие әр түрлі аспаптарды жасауға болады. Атап айтатын болсақ, алмаздың нейтрондарға тұрақтылығы МК салыстырғанда 100 есе жоғары, жұмыс температурасы 1000÷1200°С дейін, жұмыс кернеуі – 1 кВ дейін жетеді, ал жылуөткізгіштігі Si жылуөткізгіштігінен 14 есе жоғары. Алмазды аспап жасауда ең негізгі кедергі қазіргі уақытта әл күнге дейін ауданы жеткілікті мөлшердегі алмаздардың жасалмауы, және де тіпті кішігірім кристалдарды алудың өзі күрделі әрі қымбат. Газ фазалы отырғызу арқылы алынатын алмазды үлдірлер туралы айтсақ, олардың ақауы көп және поликристалдық дәрежесі жоғары, ол электронды аспаптарда қолданылуын қиындатады.

Дәстүрлі жартылай өткізгіштердің жоғары қуатты, жоғары жиілікті талаптарына сай қолданылу салалары.

Алмаздармен технологиялық операциялар мен процестерді жүргізудің негізгі қиындықтары олардың табиғи инерттілігі, соның ішінде термодиффузиялық процестерге қатысты инерттілігі. Сондықтан алмаз кристалдарын легирлеу үшін энергиясы үлкен (100 кэВ-тан 1 Мэв-қа дейін) шоғырлы

ионды имплантация ғана қолданылады. He+, N+, O+, Ne+, Si, Ni+, Cr+, Zn+, C+, B+ және т.б. үлдірлері мен өткізгіштіктің «p» мен «n» типті аумақтарын жасауға мүмкіндік береді.[3]

Соңғы уақытта әр түрлі материалдардың, соның ішінде кремний мен металдардың бетінде алмаздың жұқа үлдірлерін синтездеу бағыты жедел дамып келеді. Поликристаллы алмаз үлдірлерін құрамында көміртек бар әр түрлі газдарды (сутегі, ацетилен, бензол және басқа да қоспалармен метан) газфазалы тұндыру әдісімен алады. Монокристалды алмазды және поликрситалл үлдірлерді легирлеу технологиясының дамуымен байланысты оларға контактілі металдарды, пластиналарды орнату, сонымен бірге ауданы жеткілікті мөлшердегі және бағасы қол жетімді пластиналарды алумен байланысты алмаз негізіндегі ЖТД жасалынады.[3]



1-сурет. Кең-энергетикалық саңылаусыз жартылай өткізгіштердің қоданылыу аумағы.[3]

Жоғары температуралы және радиациялық тұрақты датчиктерге арналған болашақта қолданылатын тағы бір функциялық материал кремний карбиді (SiC) болып табылады. Si мен C арасындағы жоғары байланыс энергиясы материалдың өзінің, сонымен бірге оның негізінде жасалған аспаптардың жоғары термиялық, радиациялық және химиялық тұрақтылығын қамтамамыз етеді. SiC кристалдық ұяшықтарының орналасуымен ерекшеленетін бірнеше негізгі (төрт) политиптері (түрөзгерістері) бар (SiC белгілі түрлерінің саны жүзден асады). Датчиктерде ең көп қолданылатын политип 6H (немесе β-SiC). SiC қолданып жоғары температуралы (жұмыс температурасы 600°C және одан жоғары) кедергі термометрлерін, тензорезисторларды, транзисторлар мен диодтар жасайды. Алмаз сияқты Si үшін дәстүрлі кремний технологиясы жарамайды, сондықтан ол үшін сенсорлы элементтер мен құрылымды қалыптастырудың жаңа технологиясын әзірлеу қажет.

SiC бір ерекшелігі қаттылығы жоғары болатындықтан оны тек алмазбен немесе бор карбидімен өңдеуге болады, бірақ ол кезде оның бетінде микросызаттар пайда болады, оларды құрамында фторы бар оттекті плазмада химиялық немесе плазмохимиялық өңдеу арқылы жоюға болады. Химиялық өңдеу 1000°C жоғары температурада «хлор – оттегі» немесе 400°C жоғары температурада сілтілердің балқымасында жүргізіледі. Көрсетілген кемшіліктеріне қарамастан, SiC агрессивті ортада жұмыс істейтін ЖТД қолданылатын болашағы бар материал болып табылады. Сондықтан технологияны өңдеу шамасы бойынша ол ЖТД функциялық материал ретінде жиі қолданылатын болады.

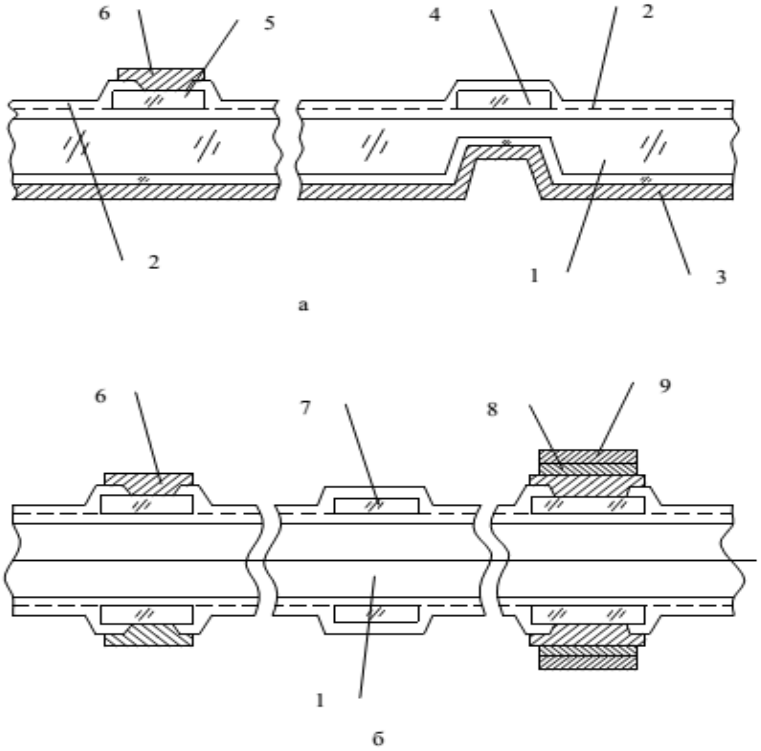
Кремний карбиді мен алмазға баламалы материалдар диэлектриктегі кремний негізіндегі (ДК) және кремнийдегі кремний (КК) болуы мүмкін. ДК тобының ЖТД ең көп қолданылатын негізгі материалы сапфирдегі кремний (СК) болып табылады. СК-құрылымдардың артықшылықтары:

– жоғары эксплуатация температурасы, суытусыз 300...350°C дейін;

– кремний үлдірді легирлеудің белгілі бір деңгейінде температуралық қателіктердің өзін өзі теңгеру эффектіне қол жеткізуге болады;

– агрессивті орталар мен радиацияға тұрақтылығы.

СК-құрылымдардың негізгі кемшіліктері олардың қымбаттылығы, қалыптандырылымау және кремний мен сапфирдің сызықты кеңеюінің температуралық коэффициенттерінің (СКТК) айырмашылығы үлкен болатындықтан Si –үлдірде құрылымды кернеудің жоғары деңгейі. Сонымен қатар, сезімтал элементтері СЭ жасалған ЖТД датчиктің эксплуатация барысында Si үлдірінде жүретін релаксациялық процестердің әсерінен сипаттамаларының уақытша тұрақсыздығы орын алады. Осы кемшіліктердің барлығы осындай ЖТД қолданысын шектейді, сонымен бірге оларды қол жетімді бағамен көп мөлшерде шығаруға мүмкіндік бермейді[6,7].



2-сурет. Поликремний технологиясын қолданып дайындалған сезімтал элемент (а) және платаның (б) конструкциясының бөліктері:

1 – МК жасалған төсеме;
2 – SiO_2 жасалған оқшаулағыш үлдір;
3 – Al-экран;
4 – ПК тензорезистор;
5 – ПК коммутациялық шина;
6 – Al- контактілі алаң;
7 – ПК резистор;
8 – ванадий қабаты;
9 – Ni контактілі алаң

ЖТД үшін МК салыстырғанда өзінің электрфизикалық сипаттамалары (ЭФС) бойынша изторопты болып табылатын поликристалл кремний (ПК) жоғары қызығушылық тудырады. ПК ЭФС изотропиясы ПК көлеміндегі кристалдардың (түйірдердің) бағытының еркін болуымен түсіндіріледі, сондықтан ПК негізгі сипаттамалары түйір аралық шекаралар (ТАШ) мен ТАШ аумағында түзілетін көлемдік зарядтардың болуымен анықталады. МК салыстырғанда ПК негізгі артықшылығы одан p-n ауысулары болмайтын СЭ жасауға болады, ол датчиктердің жұмыс температурасын 200...250°С дейін жоғарылатуға мүмкіндік береді. ПК легирлеуші қоспалардың концентрациясын өзгерте отырып (ПК өзгерту), резисторлардың КТК (кедергінің температуралық коэффициенті) шамамен нөлдік мәнін алуға болады [4…6]. ПК өткізгіштігі легирлеуші қоспаның мөлшерін өзгерту арқылы, сонымен бірге легирлеуші иондардың энергиясы мен төсеменің температурасын өзгерту арқылы реттелінеді. Осылайша, әртүрлі қоспалармен және мөлшермен легирлеу, термоөңдеу, қайта кристаллдау және т.с.с. арқылы ПК өзгерте отырып, электрфизикалық сипаттмаларының айырмашылықтары үлкен шамада болатын әр түрлі аумақтар мен элементтерді алуға болады. Және де бір төсемеде тензо- және терморезисторларды, фото- және магнитсезімтал құрылымды, өткізгіш шиналарды, контактілік топтарды, оқшаулағыш аумақтарды қалыптастыруға болады (1.1- сурет).

СЭ поликриемнилі тензорезисторлар монокристалл тензореситорлармен салыстырғанда екі артықшылыққа ие. Поликремний әдетте алдын ала кремний пластинаның бетіне жасалатын кремний қос оксидінің үлдіріне отырғызылады. Кремний қос оксиді – өте жақсы оқшаулағыш, сондықтан полик-

ремний тензорезисторлар «p-n»-ауысумен оқшаулағыштары бар тензорезисторларға қарағанда айтарлықтай жоғары температурада жұмыс істей алады. Әдебиеттерде температураның жұмыс диапазонының жоғарғы шегі ретінде 300°С көрсетіледі.[5]

Поликремний резисторлардың тағы бір маңызды артықшылығы оларды серпімді элементтің диэлектрикпен қапталған метал бетінде алдын ала жасауға болатындығы. Металла серпімді элементтерді қолдану механикалық сенсорлардың конструкциясын жеңілдетеді және олардың сенімділігін жоғарылатады.

Поликремний тензорезисторлардың кемшілігі олардың сезімталдығының монокристалды тензорезисторлардың сезімталдығынан аз болуы (шамамен 1,5-2 есе).

Поликремний үлдірлердің кедергісін төмендегі қосынды түрінде жазуға болады:

$$R = R_к + R_б \tag{1}$$

бұл жерде $R_к$ мен $R_б$ кристалдар мен кемтік (барьерлердің) аумақтарының қосындыс кедергісі.

ПК деформациялануы кристаллитердің, сонымен бірге кристалдардың шекарасының маңайындағы аумақтардың кедергісінің өзгеруіне алып келеді. Сондықтан тензосезімталдылықытң екі құраушысы болады:

$$S = \frac{R_к}{R_к+R_б} \cdot S_к + \frac{R_б}{R_к+R_б} \cdot S_б, \tag{2}$$

бұл жерде $S_к = \frac{1}{R_к} \cdot \frac{dR_к}{d\varepsilon}$ - кристаллиттің тензосезімталдылығы,

$S_б = \frac{1}{R_б} \cdot \frac{dR_б}{d\varepsilon}$ - барьердің тензосемталдылығы,

$S = \frac{1}{R} \cdot \frac{dR}{d\varepsilon}$ – үлдірдің тензосезімталдылығы.

Поликремний пьезорезисторлардың кедергісінің температуралық коэффициенті сонымен бірге кристаллдар мен түйіраралық шекараларға да тәуелді:

$$\alpha = \frac{1}{R} \cdot \frac{dR}{dT} = \frac{R_к}{R_к+R_б} \cdot \left(\frac{1}{R_к} \cdot \frac{dR_к}{dT}\right) + \frac{R_б}{R_к+R_б} \cdot \left(\frac{1}{R_б} \cdot \frac{dR_б}{dT}\right) \tag{3}$$

Немесе

$$\alpha = \frac{R_к}{R_к+R_б} \cdot \alpha_к + \frac{R_б}{R_к+R_б} \cdot \alpha_б \tag{4}$$

бұл жерде $\alpha_к = \frac{1}{R_к} \cdot \frac{dR_к}{dT}$ – кристаллиттің КТК,

$\alpha_б = \frac{1}{R_б} \cdot \frac{dR_б}{dT}$ – кемтік аумағының (барьер) кедергісінің температуралық коэффициеннті,

$\alpha = \frac{1}{R} \cdot \frac{dR}{dT}$ – үлдір кедергісінің температуралық коэффициенті.

Барлық сипаттамалар ПК үлдірді легирлеу деңгейіне, легирлеуші қоспаның «т» типіне тәуелді [6]. Үлдірлерді легирлеу деңгейі артқанда кристаллиттердің кедергісі төмендейді, кемтік аумақтарының кедергісі одан да көп мәнге төмендейді. Легирлеуші қоспаның (бордың) концентрациясы $5 \cdot 10^{19}$см$^{-3}$ болғанда поликремний үлдірдің меншікті кедергісі монокристалды кремнийдің кедергісіне жуықтайды, алайда мәні әрқашан үлкен болып қалады (1.1-кесте).

1.1–кесте. **Поликристалл үлдірдің кристалдары мен барьерлерінің тензосезімталдылығы**

Құрылым элементі	Тензосезімталдылық		α
	бойлық	көлденең	
Кристаллит	51,5	-12,5	$15 \cdot 10^{-4}$
Барьер	24,3	-2,3	$-5,37 \cdot 10^{-4}$

Пьезоэлектрлік ФШД (физикалық шамалардың датчигі) әсіресес беттік акустикалық толқын датчиктерінде – функциялық материал ретінде қос қосылыстардың, атап айтқанда ZnI, AlN негізіндегі пьезоэлектрлік үлдірлер, сонымен бірге монокристалл кварцтан, литий ниобатынан ($LiNbO_3$), литий ниобатынан ($LiTaO_3$) жасалған пластиналар қолданылады.

Пьезоматериалдардың тағы бір түрі пьезокерамикамен салыстырғанда– соққыға төзімді, меншікті салмағы аз, берілген бетті қабылдай алатын бірқатар артықшылықтары бар пьезоүлдірлер мен пьезокомпозиттер. Кейбір синтетикалық полимерлерде, атап айтқанда термоотырғызушы қаптауға және конденсаторларда диэлектрик ретінде қолданылатын материал – поливинилиденфторидте (ПВДФ) айтарлықтай пьезоэлектрлік қасиеттердің бар екендігі 70-ші жылдары белгілі болған. ПВДФ қасиеті, ол электрленген бола тұра, ұзақ уақыт бойы өзінің пьезоэлектрлік қасиеттерін сақтай алады, алайда ПВДФ уақытша тұрақтылығы әлі де жеткіліксіз. Соңғы уақытта үлдірді термоөңдеу мен электрлеу режимдерін мұқият таңдау арқылы оның сипаттамаларының уақыт бойынша тұрақтлығының қанағаттанарлық нәтижелері алынды[8].

Беттік акустикалық толқын физикалық шамалардың датчигін жасауда болашағы бар бағыт монокристалл тотыққан кремний пластинасында жұқа пьезоэлектрлік үлдір қалыптастырылған Si-SiO_2-ZnO типті композитті құрылымдарды пайдалану болып табылады. Нақты физикалық шамалардың датчигін қандай да бір конфигурацияны (қысым, газ құрамы, қозғалыс параметрі және т.с.с.) жасай отырып, кремний пластинаны қалыптандыруға болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Михайлов П.Г., Соколов А.В, Сергеев Д.А. Вопросы применения чувствительных элемен-тов и измерительных модулей в датчиках физических величин//Информационно-измерительная техника: Межвузовский сборник научных трудов. – Пенза: ИИЦ ПГУ, 2012. – Вып. 37.

[2] Михайлов П.Г., Соколов А.В, Сергеев Д.А. Вопросы применения чувствительных элементов и измерительных модулей в датчиках физических величин//Информационно-измерительная техника: Межвузовский сборник научных трудов. – Пенза: ИИЦ ПГУ, 2012. – Вып. 37.

[3] AEA Technology pic, The World Market for High Temperature Electronics, A HITEN Report, AEA Technology pic (1997), pp. 1–53

[4] Nanotechnologies Novel nanostructured and carbon materials Vienna, 24-27.11.2009 (http://rp7.ffg.at/upload/medialibrary/Quick-responseTemperatureSensors.pdf)

[5] Алмаз в электронной технике// Сборник статей под ред. В.Б. Кваскова. – М.: Энергоатомиз-дат, 1990.

[6] Корляков А.В., Лучинин В.В., Мальцев П.П. Микроэлектромеханические структуры на основе композиции«карбид кремния–нитрид алюминия» // Микроэлектроника. – 1999. – Т. 28, №3.

[7] Nayak, S.; Sahoo, B.; Kumar Chaki, T.; Khastgir, D. Development of polyurethane-titania nanocomposites as dielectric and piezoelectric material. RSC Adv. 2016, 3, 2620–2631.

[8] T. Liu, J. Yin, J. Jiang, K. Liu, S.g Wang, and S. Zou, "Differentialpressure-based fiber-optic temperature sensor using Fabry–Perot interferometry," Opt. Lett., vol. 40, no. 6, pp. 1049-1052, Mar. 2015.

Хабай А., Бактыбаев М. К.

Материалы для высоких температурных датчиков

Резюме: Анализ материалов датчиков для измерения технических процессов при высокой температуре. Рассмотрение структуры чувствительного элемента, сделанного по технологии поликремния.

Ключевое слово: Конструкция высокотемпературных датчиков, функциональные материалы, синтетический алмаз, широкополосные полупроводники.

Habay A., Baktybayev M. K.

Materials for high temperature detectors

Summary. Analysis of the detectors materials to take measurement of technical processes under high-temperature. The structure review of the sensitive element made by polysilicon technology.

Keyword: high-temperature detectors design, the functional materials, synthetic diamond, wide-band semiconductors.

УДК 536.24; 536.71

(Kazakh National University named after Al-Farabi,
e-mail: bakytnur.berdenova@gmail.com)

B.A. Berdenova, E.A. Maksum

REGRESSION ANALYSIS FOR DETERMINING PARAMETERS OF ADSORPTION ISOTHERM MODELS

Abstract. The adsorption process finds application in various fields of science when creating new technologies and techniques, and the new adsorbents with improved thermal and adsorption characteristics are being developed and proposed by different authors. An accurate assessment of the adsorption characteristics of newly synthesized materials plays a very important role in determining their thermodynamic properties. In this paper, we review the methods for

measuring the amount of adsorption under controlled temperature and pressure conditions. The working principles and the main differences between facilities based on gravimetric and volumetric methods are considered. The models analysis to describe adsorption isotherms of Langmuir, Dubinin-Astakhov, and Toth was carried out. The model parameters were correlated by the regression method, and the best model for describing the isotherm curve for the case of active carbon/carbon dioxide operating couple was found.

Keywords: adsorption, Langmuir isotherm, Toth isotherm, Dubinin-Astakhov isotherm, gravimetric method, absolute uptake.

Б.А. Берденова, Е.А. Максум
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
e-mail: bakytnur.berdenova@gmail.com)

РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛЕЙ ИЗОТЕРМ АДСОРБЦИИ

Аннотация. В настоящее время процесс адсорбции находит применение в разных областях науки при создании новых технологии и техники, и новые адсорбционные материалы с улучшенными тепловыми и адсорбционными характеристиками разрабатываются и предлагаются разными авторами. Точная оценка адсорбционных характеристик вновь синтезированных материалов играет очень важную роль в определении их термодинамических свойств. В данной работе сделан обзор методов измерения количества адсорбции при контролируемых, задаваемых условиях температуры и давления. Рассмотрены принципы работ и главные отличия устройств, основанных на гравиметрических и объемных методах. Проведен анализ моделей для описания изотерм адсобции Ленгмюра, Дубинина-Астахова, и Тосса. Методом регрессии была проведена корреляция параметров моделей, и найдена наилучшая модель для типа кривой изотермы для рабочей пары активированный уголь/углекислый газ.

Ключевые слова: адсорбция, изотерма Ленгмюра, изотерма Тосса, изотерма Дубинина-Астахова, гравиметрический метод, абсолютное поглощение.

I.Введение

Процесс адсорбции газов применяются в самых различных областях при создании новых технологии и техники. Все больше публикуемых статьей на сегодня ориентированы на его применении в адсорбционном хранении газа [1], [2], адсорбционных системах охлаждения [3], [4] и адсорбционном хранении энергии [5], [6]. Например, хранение газа в адсорбированном состоянии позволяет хранить почти такое же количество газа, что при компрессионном хранении, при более чем 6-ти кратном уменьшении уровня давления (в случае метана)[2]. При этом нет необходимости в дорогостоящих компрессорах для предварительного многоступенчатого сжатия. Это делает адсорбционные газовые баллоны менее взрыво- и пожароопасными.

Основным преимуществом адсорбционных холодильных систем является полная работоспособность без электроснабжения, что позволяет использовать эту технологию в регионах, отдаленных от электрических сетей. Развитие такой технологии было бы очень полезно для Казахстана, где города и деревни разбросаны по всей стране. Источником энергии для работы адсорбционных холодильных систем может быть энергия солнца или избыточное тепло. По данным Международного института холода (МИХ), около 15% всей электроэнергии, производимой во всем мире, используется для охлаждения и кондиционирования воздуха [7] , что означает, что огромная часть потребляемой энергии приходится на долю различных систем охлаждения. Поэтому переход к чистым источникам энергии позволило бы решить различные проблемы с загрязнением воздуха. Исследование в [8] показывает пример адсорбционного холодильного аппарата, работающего на солнечной энергии. Авторы изучили характеристики простейшей адсорбционной холодильной системы с помощью рабочей пары активированный уголь/метанол и достигли температуры в холодильной емкости от -5,6°C до 8,1°C в зависимости от погодных условий и интенсивности солнца. В случае если в качестве источника энергии используется энергия солнца, то работа и производительность адсорбционной системы будет сильно зависеть от погодных особенностей местности: от разницы температур днем и ночью, количества солнечных дней в году, интенсивности солнца и т.п. Поэтому при выборе рабочей пары адсорбент/адсорбат нужно учитывать климатические особенности местности.

В настоящее время процесс адсорбции находит применение в разных областях науки, и новые адсорбционные материалы с улучшенными тепловыми и адсорбционными характеристиками разрабатываются и предлагаются разными авторами. Точная оценка адсорбционных характеристик вновь синтезированных материалов играет очень важную роль в определении их термодинамических свойств и прогнозировании коэффициента эффективности адсорбционных систем, работающих на этих материалах.

Для установления тепловых и адсорбционных характеристик материала используются различные методы и оборудования в зависимости от искомого параметра. В данной работе будет рассмотрена изотерма адсорбции. Изотерма адсорбции — это зависимость количества адсорбированного вещества от давления при постоянной температуре. В качестве рабочей пары для примера будет рассмотрен случай CO_2/активированный уголь. Изотермы адсорбции экспериментально измеряются с помощью объемного, гравиметрического или прецизионного диэлектрического метода. Первые два хорошо известны и часто используются для измерения равновесной адсорбции [9], [10]. Объемный метод более точный при низких давлениях. В то время как гравиметрический метод дает более точное значение при высоких давлениях. Максимальное давление, до которого можно применять гравиметрический метод, равно 15 МПа. В то время как с использованием объемного метода можно измерить равновесное поглощение до 100 МПа [11], а с помощью прецизионного диэлектрического метода (a precision dielectric method) – равновесное поглощение до 200 МПа.

II. Экспериментальная установка

Гравиметрический метод. На Рис.1 показана схема термогравиметрической установки. Аппарат измеряет изменения массы образца в условиях контролируемого давления и температуры. Он обеспечивает бесконтактное взвешивание с высокой точностью, что делает его важным инструментом для определения количества вещества при таких процессах как адсорбция, диффузия, разложение, горение, химические реакции [16]. На рисунке можно увидеть, как реализуется бесконтактное взвешивание в таких системах. Держатель образца связан с постоянным магнитом, который находится в подвешенном состоянии, и оба расположены внутри герметично закрытого реактора. Этот подвесной магнит подвергается воздействию удерживающего магнита, который расположен над ним вне камеры. Удерживающий магнит представляет собой электромагнит с электронным блоком управления. Его функция заключается в поддержании постоянного магнита в подвешенном состоянии путем модуляции напряжения на электромагните. Тем самым измеряется точное значение массы образца.

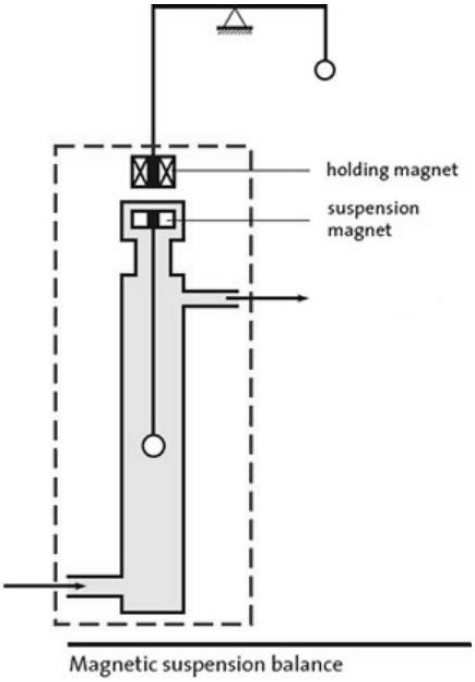


Рис 1. Схематическая иллюстрация установки для измерения количества адсорбированного газа гравиметрическим методом [16].

Термогравиметрическое устройство TGA дает избыточную адсорбцию, значение которой ниже, чем реальное значение, заключенное в адсорбент, так как образец считается погруженным в объемную газовую среду адсорбата и подталкивается силой Архимеда. Поэтому, полученные результаты подлежат обработке для получения абсолютного поглощения. В настоящей работе для оценки абсолютного поглощения было принято допущение, что удельный объем адсорбированного газа равен удельному объему пор [4]. В работе [1] дается список предположений, используемых разными авторами при определении абсолютной адсорбции.

Объемный метод. В объемном методе количество адсорбированного газа находится из закона газа, который гласит что продукт объема и давления остаются постоянными для заданного количества массы при постоянной температуре. Если рассмотреть две камеры, связанные клапаном (Рис.2), то продукт давления и объема газа в камере, в случае, когда клапан закрыт, равен произведению приведенного давления и расширенного объема после открытия клапана (Уравнения 1,2).

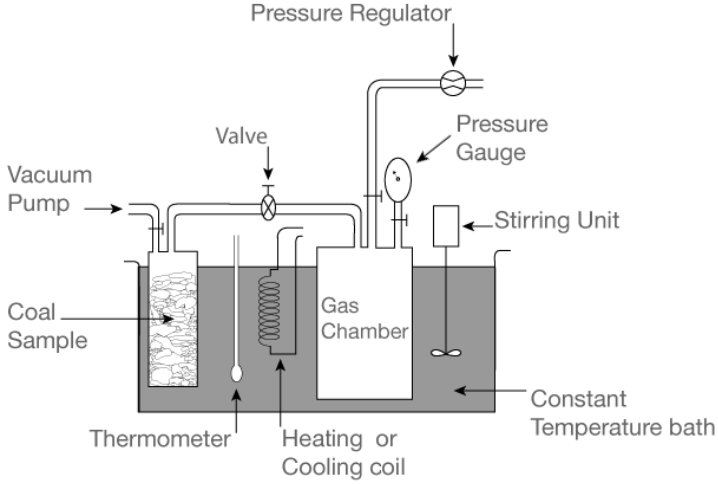


Рис. 2. Схематическая иллюстрация установки для измерения количества адсорбции объемным методом [15].

Количество молей газа $\propto PV$ (1)

$$P_A V_A = P_{AB} (V_A + V_B) \quad (2)$$

Теперь, если положить некоторый пористый материал в камеру для образцов, например, активированный уголь, продукты давления и объема до и после открытия клапана будут уже не равными (Уравнение 3), в следствии того, что молекулы газа адсорбируются на поверхности активированного угля, т.е. переходят в адсорбированную фазу. Количество адсорбированного газа определяется путем вычитания исходных и конечных продуктов объема и давления (Уравнение 4). Этот принцип используется в объемном методе нахождения количества адсорбированного газа.

$$P_A V_A > P_{AB} (V_A + V_B) \quad (3)$$

Количество адсорбированного газа $\propto P_A V_A - P_{AB} (V_A + V_B)$ (4)

III. Изотермы адсорбции

Изотерма адсорбции — это зависимость количества адсорбированного вещества от давления при постоянной температуре. Существует несколько методов математического выражения изотерм адсорбции, различающихся моделями, использованными для описания процесса адсорбции.

Модель Ленгмюра. Уравнение изотермы Ленгмюра имеет вид, (Уравнение 5):

$$\frac{C}{C_0} = \frac{b_0 e^{\frac{E}{RT}} P}{1 + b_0 e^{\frac{E}{RT}} P} \quad (5)$$

где C_0 - максимальное поглощение [кг · кг$^{-1}$], b_0 -константа равновесия [кПа$^{-1}$], и E - теплота адсорбции [Дж · моль$^{-1}$]. Уравнение Ленгмюра можно привести в линейную форму, поэтому для этой модели корреляцию значении параметров можно делать как через линейную так и через нелинейную регрессии [12]. Нелинейная корреляция дает более точные результаты по сравнению с линейной регрессией, но там нужно задавать первые приближения параметров. Для минимизации участия человека, первые подходы предлагаются получить из двухступенчатой линейной регрессии. Изотерму Ленгмюра, уравнение 1, можно переписать в два этапа [13], [14]:

$$b = b_0 e^{\frac{E}{RT}} \quad (6)$$

$$\frac{C}{C_0} = \frac{bP}{1 + bP} \tag{7}$$

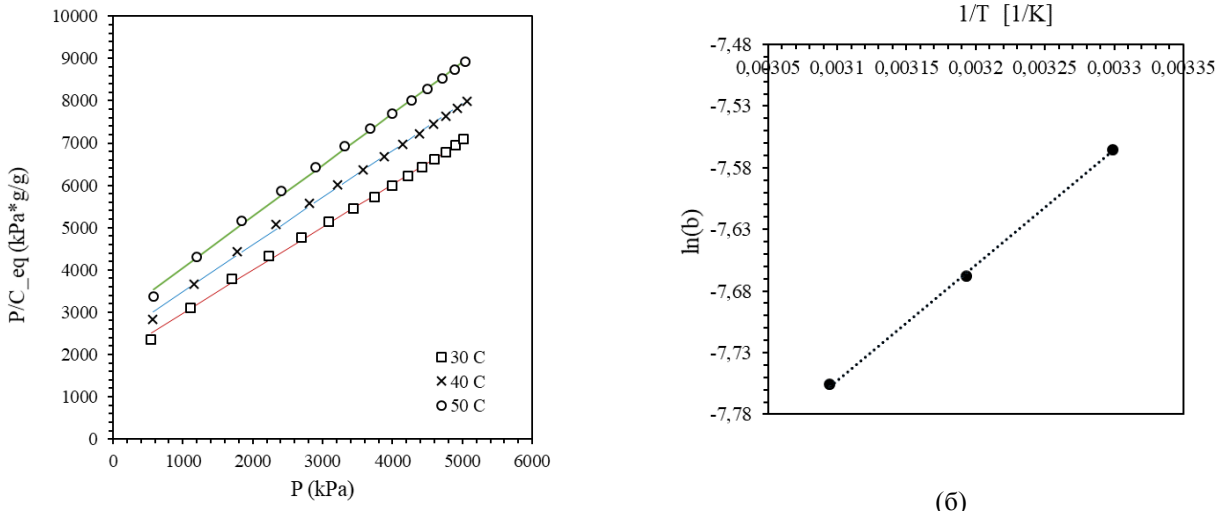
Шаг 1: Ур.7 можно привести в линейную форму следующим образом:

$$\frac{P}{C} = \frac{1}{C_0} \cdot P + \frac{1}{b \cdot C_0} \tag{8}$$

В качестве условия сходимости была взята средняя относительная ошибка аппроксимации ARE, (Ур.9):

$$ARE = \frac{100}{N} \sum_{i=1}^{N} \left(\frac{|C_{cor} - C_{abs}|}{C_{abs}} \right) \tag{9}$$

Для исследования линейных и нелинейных регрессионных методов были рассмотрены 3 набора изотерм адсорбции при температурах 30, 40 и 50^{0}C градусов. Значения b и C_0 находятся из касательной и свободного члена коррелированной линий для каждой изотермы отдельно. Результаты первой линеаризации и полученные первые приближения параметров показаны на Рис.3а и Таблице 1.



(а) (б)

Рис. 3. Двухступенчатая линеаризация уравнения Ленгмюра.

Шаг 2: Ур. 6 линеаризуется следующим образом

$$\ln b = \ln b_0 + \frac{E}{R} \cdot \frac{1}{T} \tag{10}$$

Из параметра b оцениваются значения E and b_0. Результаты приближения показаны на Рис.3б и Таблице 1.

Таблица 1. **Линейная регрессия параметров изотермы Ленгмюра.**

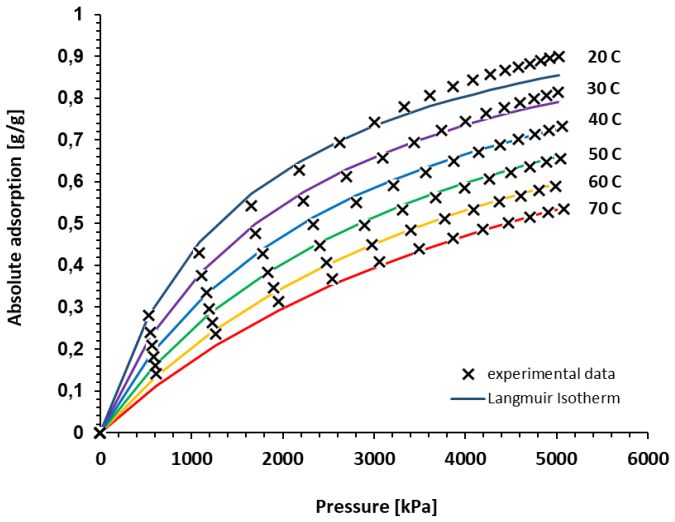
Параметры 1-го шага линеаризации

Температура, ºC	C_0	b
30	0.984247	0.000518
40	0.899648	0.000468
50	0.823061	0.000428

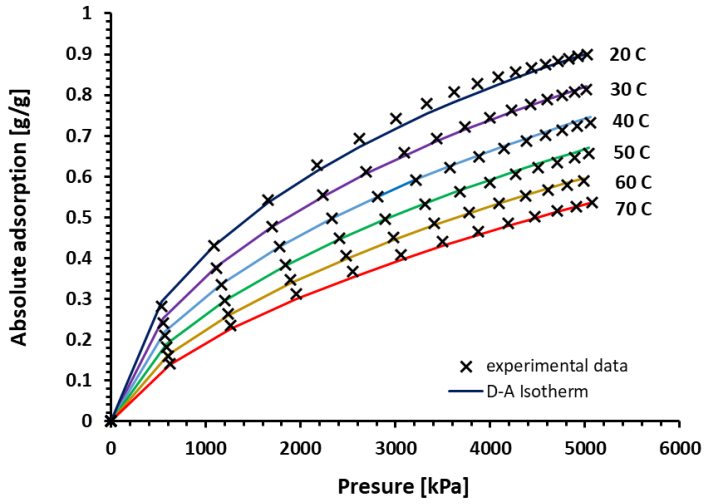
Параметры 2-го шага линеаризации

b_0	[1/kPa]	2.375E-05
E	[J/mol]	7765.359

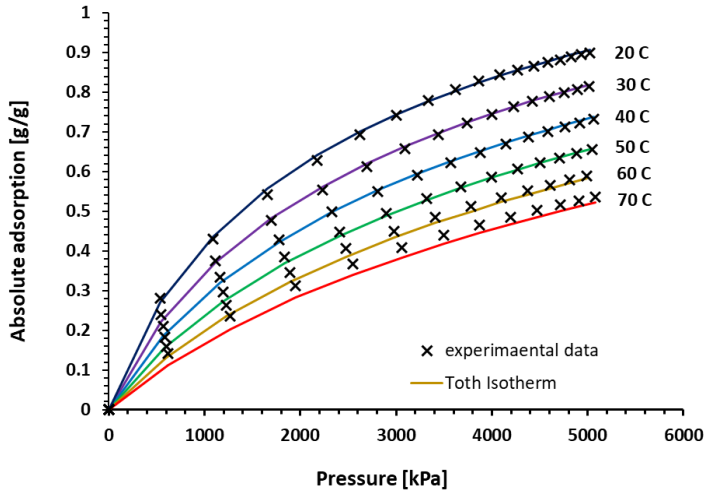
Таким образом полученные из линейной корреляции значения параметров использовались в качестве первых приближении в нелинейной регрессии.



(а)



(б)



(в)

Рис. 4. (а) - изотермы Ленгмюра, (б) - изотермы Дубинина-Астахова, (в) - изотермы Тосса.

Модель Дубинина-Астахова. Уравнение Дубинина-Астахова имеет вид:

$$q_{abs} = \frac{W_0}{V_m} \exp\left(-\left(\frac{A}{E}\right)^n\right) \tag{11}$$

$$A = RT\ln\left(\frac{P_s}{P}\right) \tag{12}$$

$$P_s = \left(\frac{T}{T_c}\right)^k P_c \tag{13}$$

Модель Тосса. Модель Тосса имеет вид:

$$\frac{C}{C_0} = \frac{b_0 e^{\frac{Q}{RT}} P}{\left(1 + \left(b_0 e^{\frac{Q}{RT}} P\right)^t\right)^{1/t}} \tag{14}$$

На Рисунке 4 и Таблице 2 показаны результаты нелинейной регрессии моделей Ленгмюра, Дубинина-Астахова и Тосса.

Таблица 2. Установленные параметры моделей изотерм Ленгмюра, Дубинина-Астахова, и Тосса.

Параметры корреляции	**Ед.изм.**	**Значение**
1. Модель Ленгмюра		
Максимальное поглощение	C_0 (кг/кг)	1,130158
Постоянная равновесия	b_0 (1/кПа)	1,2382E-07
Теплота адсорбции	E (Дж/моль)	20751,02
Средняя относительная ошибка аппроксимации	ARE (%)	2,7057
2. Модель Дубинина-Астахова		
Экспонента	k	4.505909
Характеристическая энергия	E[Дж/моль]	5091.256
Параметр структурной неоднородности	n	1.131997
Объем микропор	W_0[см^3/г]	1.001873
Средняя относительная ошибка аппроксимации	ARE (%)	1.264365
3. Модель Тосса		
Максимальное поглощение	C_0 (кг/кг)	1.5961202
Постоянная равновесия	b_0 (1/кПа)	1.00011E-07
Теплота адсорбции	Q (Дж/моль)	20675.5
Параметр неоднородности	t	0.73945
Средняя относительная ошибка аппроксимации	ARE (%)	2.5032

Обсуждение. Согласно средней относительной ошибки аппроксимации модель Дубинина-Астахова дает самое наименьшее отклонение от экспериментальных данных, ARE =1.26%, тогда как для остальных двух моделей это значение было два раза больше. Поэтому можно заключить что модель Дубинина-Астахова хорошо описывает изотермы адсорбции для случая рабочей пары активированный уголь/углекислый газ. Найденные параметры моделей дают возможность оценки изостерического тепла адсорбции, и установить PTW-диаграмму (давление-температура-адсорбционное поглощение) которая является ключевым для оценки удельной холодопроизводительности материала.

Благодарности. Авторы выражают благодарность и глубокую признательность д.ф.-м.н., профессору Казахского национального университета им. аль-Фараби и Института промышленной инженерии им. А. Буркитбаева, Калтаеву Айдархану за советы и ценные замечания при работе над данной статьей.

ЛИТЕРАТУРА

[1] M. Delavar, A. A. Ghoreyshi, M. Jahanshahi, and M. Irannejad, “Experimental Evaluation of Methane Adsorption on Granular Activated Carbon (GAC) and Determination of Model Isotherm,” vol. 4, no. 2, pp. 153–156, 2010.

[2] Z. Zakaria and T. George, “The Performance of Commercial Activated Carbon Absorbent for Adsorbed Natural Gas Storage,” *Int. J. Res. Rev. Appl. Sci.*, vol. 9, no. 2, pp. 225–230, 2011.

[3] C. Hildbrand, P. Dind, M. Pons, and F. Buchter, “A NEW SOLAR POWERED ADSORPTION REFRIGERATOR WITH HIGH PERFORMANCE,” pp. 1–11, 2001.

[4] A. Pal, I. I. El-Sharkawy, B. B. Saha, S. Jribi, T. Miyazaki, and S. Koyama, “Experimental investigation of CO_2 adsorption onto a carbon based consolidated composite adsorbent for adsorption cooling application,” *Appl. Therm. Eng.*, vol. 109, pp. 304–311, 2016.

[5] U. Stritih and A. Bombač, “Description and Analysis of Adsorption Heat Storage Device,” *Strojniški Vestn. – J. Mech. Eng.*, vol. 60, no. 10, pp. 619–628, 2014.

[6] D. Lefebvre and F. H. Tezel, “A review of energy storage technologies with a focus on adsorption thermal energy storage processes for heating applications,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 67, pp. 116–125, 2017.

[7] V. D. Ugale and A. D. Pitale, “A Review on Working Pair Used in Adsorption Cooling System,” vol. 23, no. 2, pp. 1–11, 2015.

[8] F. Lemmini and A. Errougani, “Building and experimentation of a solar powered adsorption refrigerator,” *Renew. Energy*, vol. 30, no. 13, pp. 1989–2003, 2005.

[9] J. W. Beams and A. M. Clarke, “Magnetic suspension balance method for determining densities and partial specific volumes,” *Rev. Sci. Instrum.*, vol. 33, no. 7, pp. 750–753, 1962.

[10] A. L. Myers and P. A. Monson, “Physical adsorption of gases: The case for absolute adsorption as the basis for thermodynamic analysis,” *Adsorption*, vol. 20, no. 4, pp. 591–622, 2014.

[11] J. Tóth, *Adsorption: Theory, Modeling, and Analysis*. 2002.

[12] X. Chen, “Modeling of Experimental Adsorption Isotherm Data,” pp. 14–22, 2015.

[13] P. Persoff, “A Simple Weighted Nonlinear Lest-Squares Method for Estimating Michaelis-Menten or Langmuir Isotherm Constants” Soil Science Society of America Journal, January 1988.

[14] B. Boulinguiez, P. Le Cloirec, and D. Wolbert, “Revisiting the Determination of Langmuir Parameters - Application to Tetrahydrothiophene Adsorption onto Activated Carbon,” no. 5, pp. 6420–6424, 2008.

[15] http://www.undergroundcoal.com.au/outburst/volumetric.aspx

[16] http://www.rubotherm.com/magnetic-suspension-balances.html

Берденова Б.А., Максум Е.А.

Адсорбция изотермасының модельдерінің параметрлерін анықтау үшін регрессиялық талдау жасау

Резюме. Адсорбция процесі жаңа технологияларды және техникаларды жасау кезінде ғылымның әртүрлі салаларында қолданыс тауып келеді, сондықтан жақсартылған жылулық және адсорбциялық сипаттамалары бар жаңа адсорбенттер әзірленіп әр түрлі ғалымдармен ұсынылуда. Жаңа синтезделген материалдардың адсорбциялық сипаттамаларын нақты бағалау олардың термодинамикалық қасиеттерін анықтауда маңызды рөл атқарады. Осы мақалада біз бақыланатын температура мен қысым жағдайында адсорбция мөлшерін өлшеу әдістерін қарастырамыз. Гравиметриялық және көлемдік әдістерге негізделген қондырғылар арасындағы жұмыс принциптері мен негізгі айырмашылықтары қарастырылады. Ленгмюр, Дубинин-Астахов және Тосс модельдерін қолданып адсорбция изотермаларына талдау жүргізілді. Үлгі параметрлері сызықтық және сызықты емес регрессиялық әдістермен корреляцияланды, және белсендендірілген көмір/көмірқышқыл газы жұмыс жұбы үшін изотермиялық қисықты сипаттаудың ең жақсы үлгісі табылды.

Түйінді сөздер: адсорбция, Ленгмюр изотермасы, Тосс изотермасы, Дубинин-Астахов изотермасы, гравиметриялық әдіс, абсолютті жұту.

Berdenova B.A., Maksum E.A.

Regression analysis for determining parameters of adsorption isotherm models

Summary. The adsorption process finds application in various fields of science when creating new technologies and techniques, and the new adsorbents with improved thermal and adsorption characteristics are being developed and proposed by different authors. An accurate assessment of the adsorption characteristics of newly synthesized materials plays a very important role in determining their thermodynamic properties. In this paper, we review the methods for measuring the amount of adsorption under controlled temperature and pressure conditions. The working principles and the main differences between facilities based on gravimetric and volumetric methods are considered. The models analysis to describe adsorption isotherms of Langmuir, Dubinin-Astakhov, and Toth was carried out. The model parameters were correlated by the regression method, and the best model for describing the isotherm curve for the case of active carbon/carbon dioxide operating couple was found.

Keywords: adsorption, Langmuir isotherm, Toth isotherm, Dubinin-Astakhov isotherm, gravimetric method, absolute uptake.

МРНТИ: 637.23

A.Y. Mukhametov, D.R. Dautkanova, S.D.Musayeva, M.T. Yerbulekova
(Kazakh National Agrarian University, Almaty, Republic of Kazakhstan,
myhametov_almas@mail.ru)

SAFETY PACKINGS FOR VEGETABLE OILS

Abstract: The results of research of safety packing for bottled vegetable oil made by JSC MAI companies, JSC Eurasian Foods Corporation and Aktobe Foods LLP are provided in the article. Packing models of vegetable oil made of polyethyleneterephthalate were tested to comply the requirements of the Article 7 "Requirements to the fat-and-oil Products Packing" of technical regulations of the Customs Union of fat-and-oil products of TR CU 024/2011, the Article 6 "Requirements to Packing Marking (Means of Sealing)" and the Article 5 "Safety requirements" of technical regulations of the Customs Union about safety packing of TR CU 005/2011.

Safety packing for vegetable oils has been estimated by sanitary and hygienic indicators.

The plastic packing models for vegetable oil tested in this work conform to the requirements of regulations of the Customs Union about safety packing.

Keywords: packing, safety, vegetable oil, technical regulations.

А.Е. Мухаметов, Д.Р. Даутканова, С.Д. Мусаева, М.Т. Ербулекова
(Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Республика Казахстан,
myhametov_almas@mail.ru)

О БЕЗОПАСНОСТИ УПАКОВКИ ДЛЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

Аннотация. В статье приведены результаты исследования показателей безопасности упаковки для бутилированного растительного масла производства компаний АО «Май», АО «Евразиан Фудс Корпарэйшен» и ТОО «Актобе Фудс». Образцы упаковки растительного масла из полиэтилентерефталата исследовалась на соответствие требованиям статьи 7 «Требования к упаковке масложировой продукции» технического регламента таможенного союза на масложировую продукцию ТР ТС 024/2011, статьи 6 «Требования к маркировке упаковки (укупорочных средств)» и статьи 5 «Требования безопасности» технического регламента таможенного союза о безопасности упаковки ТР ТС 005/2011.

Безопасность упаковки для растительных масел была оценена по санитарно-гигиеническим показателям.

Исследованные в данной работе образцы пластиковой упаковки для растительного масла соответствуют требованиям регламента таможенного союза о безопасности упаковки.

Ключевые слова: упаковка, безопасность, растительное масло, технический регламент.

Введение Упаковка продуктов питания имеет важное значение не только для производителей и торгующих предприятий, но и для конечных потребителей. Особенное значение выражено в сегменте жидких продуктов с изменяемыми параметрами в процессе транспортировки и хранения к которым относятся растительные масла. Помимо стоимостных характеристик упаковочного материала, важнейшим аспектом является состав упаковочного материала. В этой связи ёмкости для растительных масел претерпели некоторые тенденции и преимущество получили бутылки и банки из ПЭТ (полиэтилентерефталат), которые вытеснили стеклянную тару из многих пищевых производств, в том числе производства подсолнечного масла. Такая тара прозрачная, что помогает рассмотреть цвет и отсутствие осадка, очень легкая, при сломе не наносит травму потребителю (не разбивается).

Для установления на единой таможенной территории Таможенного Союза общих стандартов был разработан технический регламент Таможенного союза.

Технический регламент Таможенного союза на масложировую продукцию в статье 7 «Требования к упаковке масложировой продукции» отражает основные информационные аспекты обязательные для упаковки [1]:

- должна обеспечивать ее безопасность и неизменность ее идентификационных признаков при обращении масложировой продукции в течение срока годности пищевой масложировой продукции;
- материалы упаковки, контактирующей с пищевой масложировой продукцией, должны соответствовать требованиям безопасности, установленным соответствующими техническими регламентами Таможенного союза;
- при повреждении потребительской упаковки пищевая масложировая продукция должна быть изъята из обращения участником хозяйственной деятельности (владельцем масложировой продукции)

самостоятельно, либо по предписанию уполномоченных органов государственного контроля (надзора).

Требования безопасности, установлены статьей 6 «Требования к маркировке упаковки (укупорочных средств)» технологического регламента Таможенного союза О безопасности упаковки ТР ТС 005/2011 [2]:

Маркировка должна содержать информацию, необходимую для идентификации материала, из которого изготавливается упаковка (укупорочные средства), в целях облегчения сбора и повторного использования упаковки. Маркировка должна быть прочной, стойкой к истиранию и долговечной. Маркировка, необходимая для идентификации материала, из которого изготавливается упаковка (укупорочные средства), должна быть нанесена непосредственно на упаковку и (или) сопроводительную документацию. В случае отсутствия на упаковке соответствующей маркировки изготовитель продукции, который упаковывает данную продукцию в упаковку, должен нанести на ярлык (этикетку) маркировку, необходимую для идентификации материала, из которого изготавливается упаковка, в соответствии с сопроводительной документацией на упаковку. При наличии технологических и конструктивных возможностей, определяемых изготовителем, маркировка наносится непосредственно на укупорочные средства, при их отсутствии соответствующая информация указывается в сопроводительной документации на укупорочные средства.

Маркировка должна содержать цифровой код и (или) буквенное обозначение (аббревиатуру) материала, из которого изготавливается упаковка (укупорочные средства) и должна содержать символы в соответствии, предназначенная для контакта с пищевой продукцией, возможности утилизации использованной упаковки (укупорочных средств) - петля Мебиуса.

С целью определения показателей безопасности упаковки для растительных масел отечественных производителей был изучен вопрос соответствия:

1) маркировки на упаковочных материалах требованиям статьи 6 «Требования к маркировке упаковки (укупорочных средств)» технического регламента таможенного союза ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки»;

2) физико-химических показателей безопасности упаковки требованиям статьи 5 «Требования безопасности» ТР ТС 005/2011.

Методы исследований Исследования проводились в лаборатории кафедры Технология и безопасности продовольственных продуктов Казахского национального аграрного университета. Образцы упаковки подсолнечного масла казахстанских производителей АО «Май» (образец №1), АО «Евразиан Фудс Корпарэйшен» (образец №2) и ТОО «Актобе Фудс» (образец №3) были исследованы на соответствие требованиям технического регламента Таможенного союза на масложировую продукцию и о безопасности упаковки. Образцы бутилированного подсолнечного масла были приобретены в общественной сети продаж.

Для изучения санитарно-гигиенических показателей безопасности упаковки для растительных масел были использованы физико-химические методы исследований [3,4].

Органолептические показатели воздушной вытяжки из упаковки (укупорочных средств) исходя из условий эксплуатации упаковки, проводили с использованием в качестве сорбента растительного масла.

Результаты и их обсуждение

Безопасность упаковки должна обеспечиваться совокупностью требований к:

- применяемым материалам, контактирующим с пищевой продукцией, в части санитарно-гигиенических показателей;
- механическим показателям;
- химической стойкости;
- герметичности.

Безопасность укупорочных средств должна обеспечиваться совокупностью требований к применяемым материалам, контактирующим с пищевой продукцией, в части санитарно-гигиенических показателей;

герметичности;

химической стойкости; безопасному вскрытию;

физико-механическим показателям.

Укупорочные средства, контактирующие с пищевой продукцией, включая детское питание, должны соответствовать санитарно-гигиеническим показателям.

Укупорочные средства, контактирующие с пищевой продукцией, включая детское питание, парфюмерно-косметической продукцией, не должны выделять в контактирующие с ними модельные среды вещества в количествах, вредных для здоровья человека, превышающих допустимые количества миграции химических веществ.

Укупорочные средства по физико-механическим показателям и химической стойкости должны соответствовать требованиям безопасности, изложенным в пункте 9.2 полимерные укупорочные средства настоящей статьи:

- должны обеспечивать герметичность упаковки (кроме колпачков термоусадочных, обкаточных, клапанов, дозаторов-ограничителей, рассекателей, прокладок уплотнительных, крышек для закрывания) в установленных условиях эксплуатации;

- крутящий момент при открывании винтовых крышек и колпачков должен соответствовать установленным требованиям

Информация об упаковке (маркировка) на образцах подсолнечного масла отечественных производителей была нанесена непосредственно на бутылках и колпачках, и включала петлю Мебиуса, внутри которой указывался цифровой код материала бутылки, сокращенное наименование материала упаковки (таблица 1).

Таблица 1. **Информация на упаковке растительных масел**

Наименование компании-производителя растительного масла	АО «Май» (образец №1)	АО «Евразиан Фудс Корпарэйшен» (образец №2)	ТОО «Актобе Фудс» (образец №3)
Информация на бутылке			
Характеристика колпачка	двухцветный	двухцветный	двухцветный
Информация на колпачке			

В исследуемых образцах масла от АО «Евразиан Фудс Корпарэйшен» и ТОО «Актобе Фудс» на бутылке помимо выше указанной информации имеется знак, указывающий назначение упаковки – «для пищевых целей», объем упаковки и знак повторного использования. В образцах подсолнечного масла «Золотая семечка» производства компании ТОО «Актобе Фудс» производители отразили на бутылке название компании-производителя упаковки, а на этикетке картинку-инструкцию с указанием правильного угла открывания кольца под колпачком. Также, на колпачке подсолнечного масла «Золотая семечка», в отличие от других образов, отмечено «для пищевых целей».

Показатели безопасности упаковки и укупорочных средств, используемых отечественными производителями приведены в таблице 2, органолептические показатели упаковки и укупорочных средств в таблице 3.

Санитарно-гигиенические показатели безопасности упаковки растительных масел отечественного производства компаний АО «Май», АО «Евразиан Фудс Корпарэйшен» и ТОО «Актобе Фудс» не превышают нормативных значений, установленных техническим регламентом таможенного союза О безопасности упаковки ТР ТС 005/2011.

Таблица 2. **Санитарно-гигиенические показатели безопасности упаковки растительных масел отечественного производства, мг/л, не более**

Наименование показателей, единицы измерений	Допустимые нормы по нормативной документации	Фактические данные в опытных образцах		
		№1	№2	№3
Упаковка (бутылки) из полиэтилентерефталата				
Формальдегид	0,100	0,06±0,003		
Метиловый спирт	0,200	не обнаружен		
Бутиловый спирт	0,500	не обнаружен		
Изобутиловый спирт	0,500	не обнаружен		
Ацетон	0,100	не обнаружен		
Укупорочные средства из полиэтилена высокого давления				
Формальдегид	0,100	0, 0597±0,003		
Этилацетат	0,100	не обнаружен		
Гексан	0,100	не обнаружен		
Гептан	0,100	не обнаружен		
Ацетон	0,100	не обнаружен		
Метиловый спирт	0,200	не обнаружен		
Пропиловый спирт	0,100	не обнаружен		
Изопропиловый спирт	0,100	не обнаружен		
Бутиловый спирт	0,500	не обнаружен		
Изобутиловый спирт	0,500	не обнаружен		

Таблица 3. **Органолептические показатели упаковки (укупорочных средств)**

Наименование показателя	Норматив	Фактические данные в опытных образцах		
		№1	№2	№3
Запах упаковки, баллы	не более 1	Не более 1		
Запах укупорочного средства, баллы	не более 1	Не более 1		
Органолептические показатели воздушной вытяжки из упаковки				
Запах сорбента	не допускается	отсутствует		
Вкус сорбента	не допускается	отсутствует		
Цвет сорбента	не допускается	отсутствует		
Органолептические показатели воздушной вытяжки из укупорочного средства				
Запах сорбента	не допускается	отсутствует		
Вкус собента	не допускается	отсутствует		
Цвет сорбента	не допускается	отсутствует		

По органолептическим показателям упаковка и укупорочные средства исследованных образцов соответствуют требованиям норм технического регламента таможенного союза ТР ТС 005/2011.

Выводы

Важным аспектом на потребительских рынках является упаковка товаров и ее соответствие требованиям безопасности. Соблюдение этих требований способствует активному позиционированию отечественных товарных брендов.

Исследованные в данной работе товарные бренды масла подсолнечного масла казахстанских производителей АО «Май», АО «Евразиан Фудс Корпарэйшен» и ТОО «Актобе Фудс» соответствуют требованиям маркировки на упаковочных материалах согласно статьи 6 «Требования к маркировке упаковки (укупорочных средств)» и статьи 5 «Требования безопасности» технического регламента таможенного союза «О безопасности упаковки» ТР ТС 005/2011.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Технический регламент таможенного союза на масложировую продукцию ТР ТС 024/2011

[2] Технический регламент Таможенного союза «О безопасности упаковки» ТР ТС 005/2011 (с изменениями на 18 октября 2016 года)

[3] Инструкция по санитарно-химическому исследованию изделий, изготовленных из полимерных и других синтетических материалов, предназначенных для контакта с пищевыми продуктами И 880-71 (утверждена 2 февраля 1971г.)

[4] Методические рекомендации. Газохроматографическое определение гексана, гептана, ацетальдегида, ацетона, метилацетона, этилацетона, изо-пропанола, акрилонитрила, н-пропанола, н-пропилацетата, бутилацетата, изо-бутанола, н-бутанола, бензола, толуола, этилбензола, м-, о- и п-ксилолов, изопропиленбензола, стирола, альфаметилстирола, в водных вытяжках из материалов различного состава МР 01.024-2007 (утверждены 28 мая 2007г.)

Мухаметов А.Е., Даутканова Д.Р., Мусаева С.Д., Ербулекова М.Т.

Өсімдік майына арналған қаптаманың қауіпсіздігі туралы

Түйіндеме: Мақалада «Май» АҚ компаниясының, «Евразиан Фудс Корпарэйшен» АҚ және «Актобе Фудс» ЖШС-нің өндірген бөтелкеленген өсімдік майларына арналған қаптаманың қауіпсіздік көсреткіштерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Өсімдік майының полиэтилентерефталаттан жасалған қаптамасының үлгілері 7 «Май өнімдерінің қаптамасына талаптар» бабының ТР ТС 024/2011 май өнімдерінің кедендік одақтың техникалық регламент, 6 бабының «Қаптаманы маркировкалау талаптары (белгілеу құралдары)» және 5 бабының «Қауіпсіздік талаптары» кедендік одақтың ТР ТС 005/2011 қаптаманың қауіпсіздігі техникалық регламенттеріне сәйкестігі бойынша зерттелінді.

Өсімдік майына арналған қаптаманың қауіпсіздігі санитарлық – гигиеналық көрсеткіштері бойынша бағаланды.

Осы аталмыш жұмыста зерттелінген өсімдік майына арналған пластикалық қаптама үлгілері кедендік одақтың қаптама қауіпсіздігі регламенті талаптарына

Кілт сөздер: қаптама, қауіпсіздік, өсімдік майы, техникалық регламент

Mukhametov A.Y., Dautkanova D.R., Musayeva S.D., Yerbulekova M.T.

Safety packings for vegetable oils

Summary: The results of research of safety packing for bottled vegetable oil made by JSC MAI companies, JSC Eurasian Foods Corporation and Aktobe Foods LLP are provided in the article. Packing models of vegetable oil made of polyethyleneterephthalate were tested to comply the requirements of the Article 7 "Requirements to the fat-and-oil Products Packing" of technical regulations of the Customs Union of fat-and-oil products of TR CU 024/2011, the Article 6 "Requirements to Packing Marking (Means of Sealing)" and the Article 5 "Safety requirements" of technical regulations of the Customs Union about safety packing of TR CU 005/2011.

Safety packing for vegetable oils has been estimated by sanitary and hygienic indicators.

The plastic packing models for vegetable oil tested in this work conform to the requirements of regulations of the Customs Union about safety packing.

Keywords: packing, safety, vegetable oil, technical regulations.

УДК 656.22.05(574)

G. V. Muratbekova, A. A. Aikynbayev

(Kazakh academy of transport and communications named after M. Tynyshpaev, Almaty, Kazakhstan, ayqynbaev@gmail.com)

CONSTRUCTION SPECIFICS OF RAILWAY AUTOMATICS SYSTEMS OF AND TELEMECHANICS IN PROVIDING A HIGH-SPEED TRAFFIC IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Abstract: The most effective way to intensify the work of the railway transport, improving the use of its main complex and expensive technical equipment of automatic control over transportation is application of complex systems of train traffic interval control and ensuring its safety. A number of activities were undertaken to ensure the safety of high-speed trains such as the strengthening of railway tracks, renovation of buildings dimension, changing the configuration of the switches.

Key words: the train speed, rail-tracked line, train shunt, receiver.

Г.В. Муратбекова , А.А. Айкынбаев
(Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева, г. Алматы, Казахстан)

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ СКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

Аннотация: Наиболее эффективным способом активизации работы железнодорожного транспорта, совершенствования использования его основного комплекса и дорогостоящих технических средств автоматизации управления транспортными процессами является использование сложных систем интервального контроля движения поездов и обеспечения его безопасности. Был проведен ряд мероприятий по обеспечению безопасности высокоскоростных поездов, таких как укрепление железнодорожных путей, обновление размеров зданий, изменение конфигурации переключателей.

Ключевые слова: скорость поезда, рельсовая линия, шунт поезда, ресивер.

1. Введение

Наиболее эффективным средством интенсификации железнодорожного транспорта, совершенствования его основных сложных и дорогостоящих технических средств является автоматизация управления транспортным процессом с использованием сложных систем управления и безопасности интервального железнодорожного транспорта. Особенности высокоскоростных движений, влияющих на безопасность, требуют особого подхода к проектированию железнодорожной автоматики, таких как: природные явления (штормы, землетрясения, наводнения, сели, оползни), всесторонняя, проверенная концепция систем «отказоустойчивости» с учетом всего жизненного цикла: применение специальных процессов инженерно-критических систем, координация с другими системами безопасности, автоматизированные системы диагностики и устройства, автоматическое управление и учет планируемой работы, высокая степень автоматизации, оператор, поддержка системных решений, обучение, человеческие факторы, опасное оборудование неудачи. От надежности этих систем, особенно для высокоскоростных линий, в значительной степени зависит ритм движения и безопасность движения поездов. Система управления поездами в своем составе должна иметь датчики для контроля состояния участков дорожки и удовлетворительного состояния железнодорожных линий. Функция управления занятым или свободным состоянием секций дорожки в зависимости от конкретных условий использования датчиков в системах железнодорожной автоматики и телемеханики может выполнять устройство на основе различных технических принципов: использование осей счетчиков; радиосенсоры; спутниковой навигации и дорожек. Инновационные принципы тревоги, такие как отправка разрешений через радио и подвижные секции блоков, могут значительно увеличить пропускную способность линии там, где это необходимо.

2. Состояние и проблемы внедрения скоростного движения в Республике Казахстан

В Республике Казахстан начата модернизация железных дорог, где основной приоритет - увеличение скорости пассажирских поездов. При проектировании и строительстве, реконструкции существующих железных дорог республики Казахстан необходимо учитывать особенности климата и природных регионов, а также следует проводить проектирование с учетом экологии и охраны окружающей среды. При этом следует отметить, что железнодорожный транспорт на перевозку грузов затрачивает в 7 раз меньше энергии, чем автомобильный транспорт и является наиболее экологически чистым.

Повышение скоростей движении пассажирских поездов свыше 140 км/ч на магистральном пути достигаются вследствие выполнения комплекса мероприятий по реконструкции и модернизации участков (перетрассировка участка, ликвидация кривых малого радиуса, крутых уклонов, замена средств сигнализации и др.). **Реконструкция земляного полотна магистральных железных дорог Казахстана основывается на выполнении указания Президента РК** об интеграция транспорта республики в мировую транспортную сеть и на принятии решения о введении до 2020 года скоростного пассажирского движения на протяжении 8500 км магистральных железных дорог республики . Следует указать, что скоростное пассажирское движение выполняется со скоростью более 140 км/ч, а согласно действующих ПТЭ допускается скорость движения до 140 км/ч. Характеристики высокоскоростного движения, влияющие на отрасль безопасности, требуют особого подхода к решениям железнодорожной автоматики, таких как:

1. Природные явления (дождь, землетрясения, наводнения, сели, оползни);

2. Интегрированная концепция проверенных систем отказоустойчивости с учетом всего жизненного цикла: использование специальных процессов для критических систем; интеграция с другими системами безопасности; автоматизированные диагностические системы и устройства, автоматическое управление и учет плановых работ; высокая степень автоматизации, менеджер драйверов, системы поддержки принятия решений; подготовка персонала; человеческий фактор; опасные отказы оборудования;

3. Высокая скорость, ограниченное время отклика на опасную ситуацию;

4. Производительность скорости передачи, электромеханики, электроники;

5. Наружное оборудование железнодорожной автоматики для высокоскоростных линий: светофоры (для шунтирования на станциях, факультативные в зависимости от использования: для чрезвычайных событий (например, для получения сигнала приглашения); доступность контрольного устройства (схемы тональных рельсов не требующие изоляционных соединений, дополнительно обеспечивают контроль целостности рельсов, электронную ось, рассчитывая большую гибкость применения, высокую надежность и низкие затраты на обслуживание), переключатели передачи устройств. На одном из прогонов было принято решение использовать для контроля состояния вождения вместо трека схемы, счетчики осей, а также для передачи в локомотив состояния автоматической подачи локомотивного сигнала входного света. Для обоснования выбора этой системы интервального управления на растяжке была разработана математическая модель железнодорожной линии на локомотивном приемнике.

3. Математическая модель рельсовой линии на приемнике локомотивов, когда одна из нитей оборвана.

Эквивалентная железнодорожная линия на обрыве одной из железнодорожных линий представлена в виде общей схемы, показанной на рисунке 1.

Входное сопротивление рельсовой линии Rl_3 определяется следующими зависимостями.

$$Z_{vx1} = \frac{A_3 Z_{vxk} + B_3}{C_3 Z_{vxk} + D_3}, \quad (1)$$

где $A_3 = \cosh\gamma l_3$; $B_3 = Z_v \sinh\gamma l_3$; $A_3 = \frac{1}{Z_v}\sinh\gamma l_3$; $D_3 = \cosh\gamma l_3$ - коэффициенты квадрупольного Rl_3.

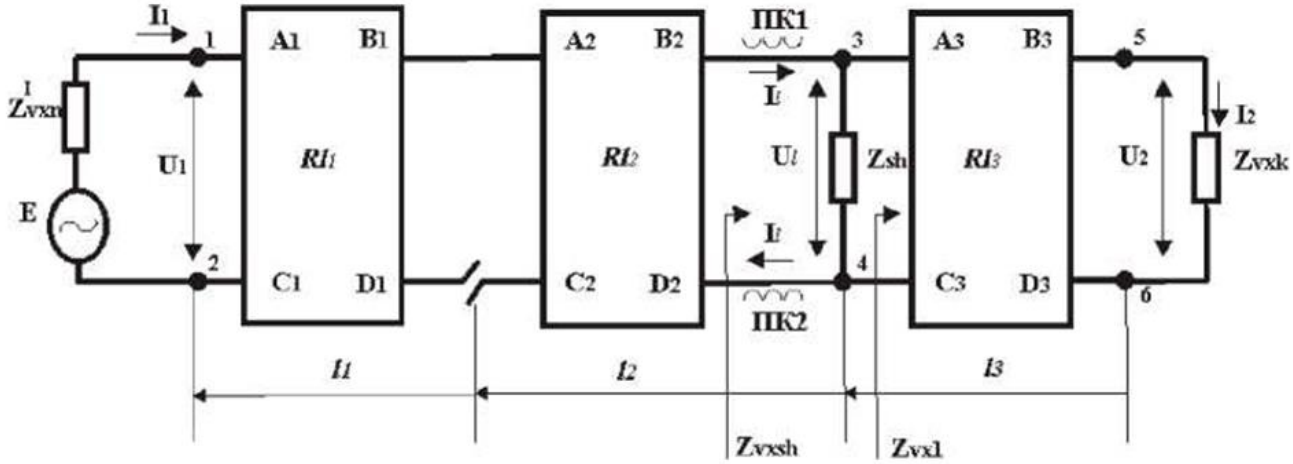


Рис. 1. Общая схема замены рельсового локомотивного ресивера на обрыве одной из рельсовых путей: l_1 - расстояние от начала железнодорожной линии до места поломки рельсов; l_2 - расстояние от шунта поезда до открытых рельсов; l_3 - расстояние от конца рельсовой линии до перекрытия шунта; Rl_1, Rl_2, Rl_3 - соответственно четвертая дорожка из обрыва перед железнодорожной линией, от введения шунта на поезд до точки разлома, и прикрепление шунта к концу линии рельса, с коэффициентами A, B, C и D; $U_1, I_1, U_l, I_l, U_2, I_2$ - соответственно, напряжение и ток в начале линии рельса, в точке перекрытия шунта и в конце линии рельса; Z_{vxn} - обратное входное сопротивление устройства начала линии рельса; Z_{vxk} - прямое входное сопротивление конца инструмента линии рельса; Z_{sh} - шунт поездов; Z_{vx1} - входная импедансная линия Rl_3; Z_{vxsh} - входное сопротивление линии рельса в точке перекрытия шунта; ПК1 и ПК2 - локомотивная приемная катушка.

Тогда для этого сопротивления

$$Z_{vx1} = \frac{\cosh\gamma l_3 Z_{vxk} + Z_v \sinh\gamma l_3}{\frac{1}{Z_v}\sinh\gamma l_3 Z_{vxk} + \cosh\gamma l_3}, \quad (2)$$

Входное сопротивление линии рельса в точке наведения шунта

$$Z_{vx1} = \frac{Z_{vxsh} \times Z_{vxk}}{Z_{sh} + Z_{vxk}}. \quad (3)$$

Принимая во внимание формулы (2), имеем

$$Z_{vxsh} = \frac{Z_{sh}\frac{cosh\gamma l_3 Z_{vxk} + Z_v sinh\gamma l_3}{\frac{1}{Z_v} sinh\gamma l_3 Z_{vxk} + cosh\gamma l_3}}{Z_{sh} + \frac{cosh\gamma l_3 Z_{vxk} + Z_v sinh\gamma l_3}{\frac{1}{Z_v} sinh\gamma l_3 Z_{vxk} + cosh\gamma l_3}} = \frac{Z_{sh} \times (cosh\gamma l_3 Z_{vxk} + Z_v sinh\gamma l_3)}{Z_{sh} \times \left(\frac{1}{Z_v} sinh\gamma l_3 Z_{vxk} + cosh\gamma l\right) + cosh\gamma l_3 Z_{vxk} + Z_v sinh\gamma l_3} \quad (4)$$

Для квадрупольных Rl_k действительных коэффициентов:

$$A_k = cosh\gamma(l_1 + l_2) + 2E\sqrt{1 + 2p} cosh\gamma l_1 sinh\gamma l_2\ , \quad (5)$$

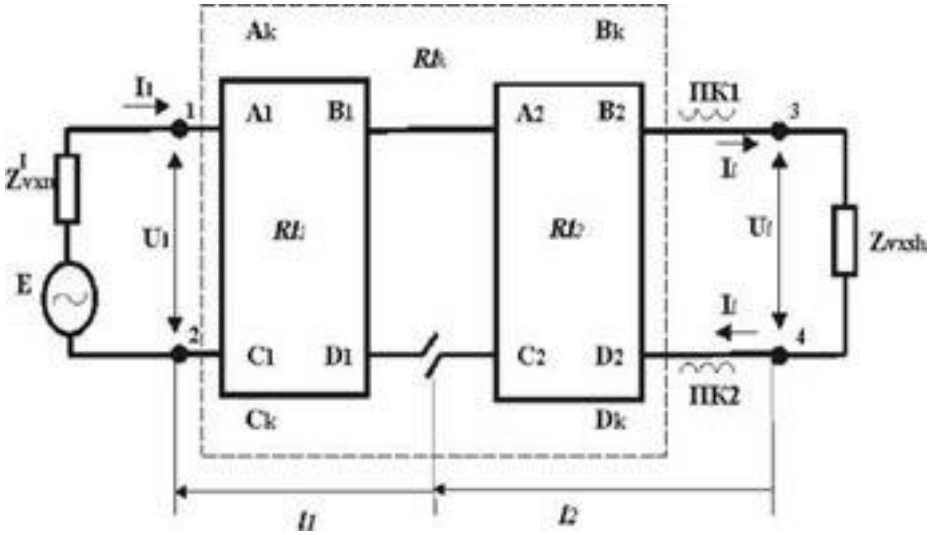


Рис. 2. Основная цепь рельсовой линии на приемнике локомотива с разрывающейся одной из рельсовых линий

$$B_k = Z_v sinh\gamma(l_1 + l_2) + 2E\sqrt{1 + 2p} cosh\gamma l_1 cosh\gamma l_2, \quad (6)$$

$$C_k = \frac{1}{Z_v} sinh\gamma(l_1 + l_2) + 2E\sqrt{1 + 2p} sinh\gamma l_1 sinh\gamma l_2, \quad (7)$$

$$D_k = cosh\gamma(l_1 + l_2) + 2E\sqrt{1 + 2p} sinh\gamma l_1 cosh\gamma l_2. \quad (8)$$

Напряжение и ток в начале линии рельса могут быть определены выражениями:

$$U_1 = A_k U_l + B_k I_l, \quad (9)$$

$$I_1 = C_k U_l + D_k I_l, \quad (10)$$

где

$$U_1 = I_l Z_{vxsh}. \quad (11)$$

В формуле (11) подставим значение U_l и приведем текущий I_l скобок, получим:

$$U_1 = I_l(A_k \times Z_{vxsh} + B_k), \quad (12)$$

$$I_1 = I_l(C_k \times Z_{vxsh} + D_k). \quad (13)$$

Эквивалент генератора может быть определен следующим уравнением:

$$E_e = U_1 + I_1 * Z^I_{vxn}. \quad (14)$$

или

$$E_e = I_l((A_k Z_{vxsh} + B_k) + (C_k \times Z_{vxsh} + D_k) Z^I_{vxn}). \quad (15)$$

Передаточное сопротивление рельсовой линии на приемнике локомотива выражается уравнением:

$$Z_{pl} = \frac{E_e}{I_l}. \quad (16)$$

Подставляя в выражение (16) E_e из уравнения (15) и значения коэффициентов квадрупольного Rl_k, получим:

$$Z_{pl} = \frac{I_l((A_k Z_{vxsh} + B_k) + (C_k \times Z_{vxsh} + D_k) Z^I_{vxn})}{I_l} = \frac{Z_{sh}(cosh\gamma l_3 Z_{vxk} + Z_v sinh\gamma l_3) * (cosh\gamma(l_1 + l_2) + 2E\sqrt{1+2p} sinh\gamma l_2 cosh\gamma l_1)}{Z_{sh}\left(\frac{1}{Z_v} sinh\gamma l_3 Z_{vxk} + cosh\gamma l_3\right) + cosh\gamma l_3 Z_{vxk} + Z_v sinh\gamma l_3} +$$

$$+ Z_v sinh\gamma(l_1 + l_2) + 2E\sqrt{1 + 2p} sinh\gamma l_2 cosh\gamma l_1 + Z^I_{vxn}\left[\frac{1}{Z_v} sinh\gamma(l_1 + l_2) +\right.$$

$$2E\sqrt{1+2p}sinh\gamma l_1 sinh\gamma l_2 \times \frac{Z_{sh}(cosh\gamma l_3 Z_{vxk}+Z_v sinh\gamma l_3)}{Z_{sh}\frac{1}{Z_v sinh\gamma l_3 Z_{vxk}+cosh\gamma l_3}} + cosh\gamma l_3(l_1+l_2) + 2E\sqrt{1+2p}sinh\gamma l_1 cosh\gamma l_2\Bigg] \quad (17)$$

Если предположить, что сопротивление шунта $Z_{sh} = 0$,

$$Z_{pl} = Z_v[sinh\gamma(l_1+l_2) + 2E\sqrt{1+2p}cosh\gamma l_1 l_1 cosh\gamma l_2] + Z^l_{vxn}[\frac{1}{Z_v}sinh\gamma(l_1+l_2) + 2E\sqrt{1+2p}sinh\gamma l_1 sinh\gamma l_2] \quad (18)$$

По полученному значению сопротивления рельсового локомотивного ресивера можно провести исследование для определения оптимальных параметров длины рельсовых линий и конца подачи оборудования, удовлетворяющих потоку токовой автоматизированной двигательной сигнализации в приемных катушках локомотива.

Для определения оптимальных параметров длины рельсовых линий и конца поставки оборудования был разработан алгоритм и составлена программа расчета для различных значений сопротивления балласта. Расчеты проводились для определения местонахождения участка, показавшего, что в устойчивом состоянии сопротивление балласта на этом этапе можно использовать вышеприведенным устройством.

4. Выводы

1. Комплексный подход к внедрению систем управления движением и железнодорожной автоматики и телемеханики для высокоскоростного движения.

2. Международный опыт и все необходимые компоненты железнодорожной автоматики для реализации скорости движения по Казахстанской до 400 км / ч с безопасностью, надежностью и комфортом транспортировки.

3. В одной из высокоскоростных секций вместо трековых цепей для контроля состояния приведения в действие используемых счетчиков осей и для передачи в локомотив состояния входных огней - автоматической сигнализации локомотива. Для обоснования выбора этой интервальной системы управления на растяжке была разработана математическая модель железнодорожной линии на локомотивном приемнике.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Автоматизированные системы интервального регулирования движения поездов. Общий курс: учеб. Пособие: в 2т. / А.А. Казаков и др.; под ред. А.А. Казакова. – М.: «Транспорт», 1995 Т. 3. – 320 с.

[2] Системы регулирования движения на железнодорожном транспорте. Общий курс: учеб. Пособие: в 2т. / Л.А. Кондратьева и др,; под ред. Л.А. Кондратьева. – М.: «Маршрут», 2003 Т. 1. – 432 с.

[3] Государственная программа развития и интеграции инфраструктуры транспортной системы Республики Казахстан до 2020 года, утверждена Указом Президента РК от 13 января 2014 года № 725.

[4] Новые устройства автоматики и телемеханики железнодорожного транспорта. – Екатеринбург Тильк И.Г; : УрГУПС, 2010. – 168 с.

[5] Интеллектуальные транспортные системы железнодорожного транспорта (основы инновационных технологий) / В. В. Скалозуб, В. П. Соловьев, И. В. Жуковицкий, К. В. Гончаров. – Д. : Изд-во Днепропетр. нац. ун-та ж.-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна, 2013. – 207 с.

[6] Системы интервального регулирования движения поездов на перегонах / А. Б. Бойник, С. В. Кошевой, С. В. Панченко и др. – Харьков: УкрГАЖТ, 2005. – 256 с.

[7] Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, В. М. Лисенкова – М.: ГОУ, 2009. – 160 с.

[8] Железнодорожный путь: Учебник для вузов ж.д.трансп. 3-е изд., перераб. / Шахунянц Г.М.: И доп.–М.: Транспорт, 1987год.

[9] Устройство и содержание железнодорожного пути. Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы. Уразбеков А.К., Олжабаев К.А. –Алма–Ата: АлИИТ,1990 год.

[10] Автоматика и телемеханика на перегонах. Учебное пособие. Ведерников Б.М. КазАТК, Алматы, 2009, 109 с.

[11] Автоматическая и полуавтоматическая блокировка. Учебное пособие. Ведерников Б.М. КазАТК, Алматы, 2009, 132 с. [12] Сигнальная авторегулировка. Учебное пособие. Ведерников Б.М. КазАТК, Алматы, 2009, 92 с.

[13] Автоблокировка, локомотивная сигнализация и автостопы. Казаков А.А., Казаков Е.А. Москва, Транспорт, 1980, 360 с.

[14] Перегонные системы автоматики. Виноградова В.Ю., Воронин В.А., Казаков Е.А., Швалов Д.В., Шухина Е.Е. - Москва, Маршрут, 2005. - 292 с.

[15] Релейные и микроэлектронные системы интервального регулирования движения поездов. Федоров Н.Е. - Самара, СамГАПС, 2006. - 163 с.

Муратбекова Г. В., Айкынбаев А. А.

Қазақстан республикасында жоғары жылдамдықты ұйымдастырудағы темір жол автоматикасы және телемеханика жүйелерінің құрылымының ерекшеліктері

Резюме: Теміржол көлігінің жұмысын жандандырудың ең тиімді тәсілі, оның негізгі кешенді және қымбат тұратын көлік құралдарын басқаруды автоматтандырудың техникалық құралдарын пайдалануды жетілдіру - бұл поездардың қозғалысын интерактивті бақылау және оның қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін кешенді жүйелер. Жоғары жылдамдықтағы пойыздардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін бірқатар шаралар қолданылды, мысалы, теміржолдарды нығайту, ғимараттардың көлемін жаңарту, ажыратқыштардың конфигурациясын өзгерту.

Негізгі сөздер: поезд жылдамдығы, темір жол желісі, пойыздың шунты, ресивер.

Muratbekova G. V., Aikynbayev A. A.

Construction specifics of railway automatics systems of and telemechanics in providing a high-speed traffic in the Republic of Kazakhstan

Summary: The most effective way to intensify the work of the railway transport, improving the use of its main complex and expensive technical equipment of automatic control over transportation is application of complex systems of train traffic interval control and ensuring its safety. A number of activities were undertaken to ensure the safety of high-speed trains such as the strengthening of railway tracks, renovation of buildings dimension, changing the configuration of the switches.

Key words: the train speed, rail-tracked line, train shunt, receiver.

УДК 004.056

S.T. Amanzholova, N.T. Duzbaev, J. Amirgaliyev, B. Dosmahambet, E. Seitkamal
JSC IUIT (International University of Information Technologies), Almaty, Republic of Kazakhstan
Email: shokataeva@gmail.com

MONITORING SYSTEM OF CLIMATE IN ALMATY AND ALMATY REGION

Abstract. This article describes the solution for climatic and ecological state monitoring of the region using a mobile application. And also a web application is presented, the data are replenished in a real time from OpenWeather-Map. The worked out application was made at API, Javascript languge, Xcode.

Key words: climate monitoring, ecological monitoring, mobile application, web-portal, API, Javascript languge, Xcode.

С.Т. Аманжолова, Н. Т.Дузбаев, Ж. Амиргалиев, Б. Досмахамбет, Е. Сейткамал
АО МУИТ (Международный университет информационных технологий,
Алматы, Республика Казахстан
E-mail: shokataeva@gmail.com)

СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА КЛИМАТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АЛМАТЫ И АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В данной статье описано решение по мониторингу климатического и экологического состояния региона с применением мобильного приложения. А так же представлено веб-приложение, данные для которого пополняются в режиме реального времени из OpenWeatherMap. Разработанное приложение написано на API, Javascript languge, Xcode.

Ключевые слова: Климатический мониторинг, экологический мониторинг. Мобильное приложение, веб-портал, API, Javascript languge, Xcode.

Введение

Проблема прогнозирования погоды была и всегда будет актуальной. Но еще одна серьезная проблема заключается в том, как много людей имеют легкий доступ к информации о погоде. На сегодняшний день в мире много ресурсов, но не все эти ресурсы хорошо адаптированы для достижения ситуации Казахстана в ее функциях. Эти функции очень ограничены, максимум, который они могут обеспечить, - это настоящая погода. Хотя пользователи других стран могут быть довольны своими приложениями с помощью карты ветров, облаков, уровней загрязнения и т. д.

На сегодняшний день существует множество различных мобильных и настольных приложений для проверки прогнозов погоды и других метеорологических данных. Каждый из них пытается выделиться из других с его многофункциональностью, удобством и красивым интерфейсом. Но не все они хорошо адаптированы для пользователей Казахстана, а именно для прогнозирования погоды в нашей местности.

Очень важно отметить, что самый важный внутренний гидрометеорологический центр «Казгидромета» не дает нам такой возможности, как доступ к данным о погоде через удобное мобильное приложение. Как вы видите на экране веб-сайта «KazGydroMet» (https://kazhydromet.kz/ru), даже самого важного внутреннего источника прогноза погоды, мы можем видеть погоду только по регионам, и только возможность карты погоды в реальном времени.

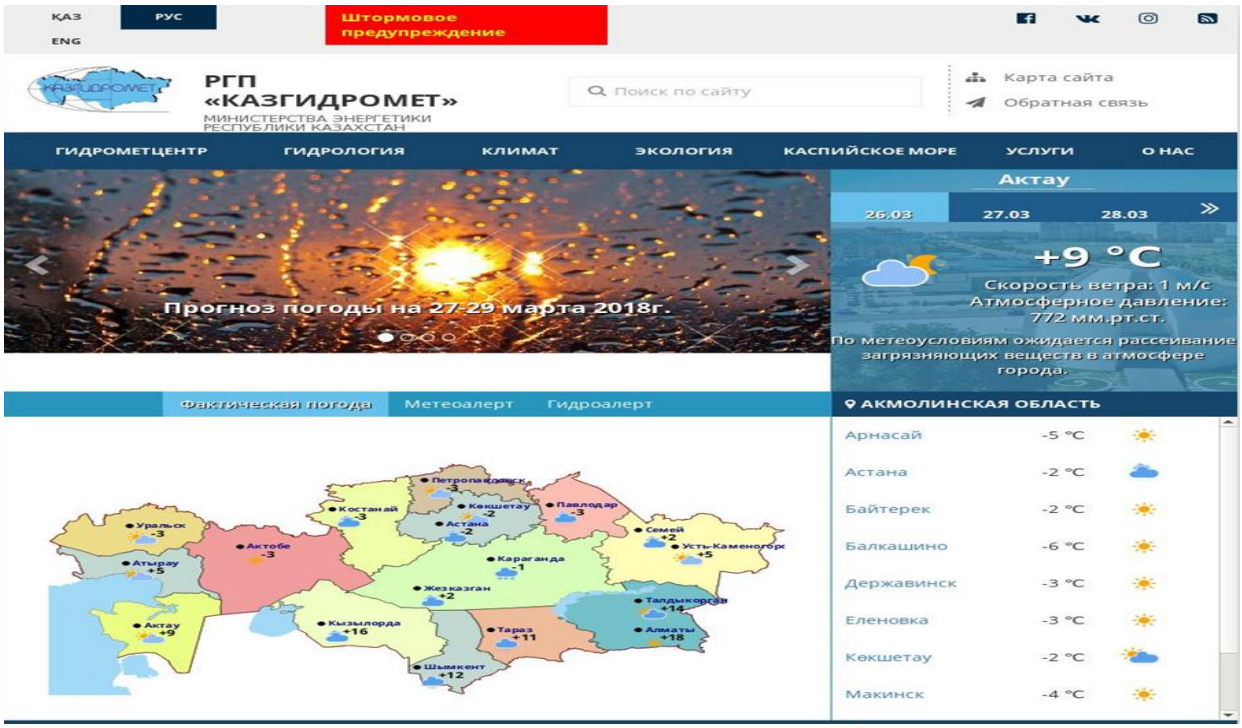


Рис. 1. Веб-сайт «КазГидроМет»

Повсеместное использование смартфонов и сети интернет позволяет создать мобильные приложения по мониторингу климатического состояния места расположения абонентов.

Наиболее важным моментом для создания веб-сайта и мобильного приложения для доступа к метеорологическим данным является источник, который обеспечит наше приложение данными о погоде. Данные должны удовлетворять многим условиям:

- данные о погоде должны быть точными;
-услуги должны видеть погоду в течение следующих 5 дней (для начала);
-университеты могут запрашивать информацию о необходимости 50 раз в минуту;
-должны быть обеспечены по крайней мере несколько типов метеорологических карт;
- необходимо предоставить экологические данные (загрязнение воздуха и т. д.);
- предоставляемые услуги должны быть бесплатными.

В компьютерном программировании интерфейс прикладного программирования (API) представляет собой набор определений подпрограмм, протоколов и инструментов для создания прикладного программного обеспечения. В общих чертах, это набор четко определенных способов связи между различными программными компонентами. Хороший API упрощает разработку компьютерной программы, предоставляя все строительные блоки, которые затем объединяются программистом. API может быть для веб-системы, операционной системы, системы баз данных, компьютерной аппаратной или программной библиотеки. Спецификация API может принимать различные формы, но часто включает спецификации для подпрограмм, структур данных, классов объектов, переменных или удаленных вызовов. POSIX, Windows API и ASPI являются примерами различных форм API. Документация для API обычно предоставляется для облегчения использования. Если говорить о мобильных приложениях

IOS, не может быть никаких сомнений в том, что Xcode - лучшая и удобная платформа с конкурентными аналогами для создания приложения, которое будет использоваться на устройствах Apple.

Поэтому группой студентов АО МУИТ разработан сайт, для мониторинга климатического и экологического состояния.

Когда открывается сайт, сначала идет переход в главную страницу. Эта страница автоматически покажет погоду текущего местоположения. Кнопка главной страницы всегда показывает вам реальное время. Эта функция важна, чтобы быть уверенным, что пользователь видит погоду реального момента (Рис. 2).

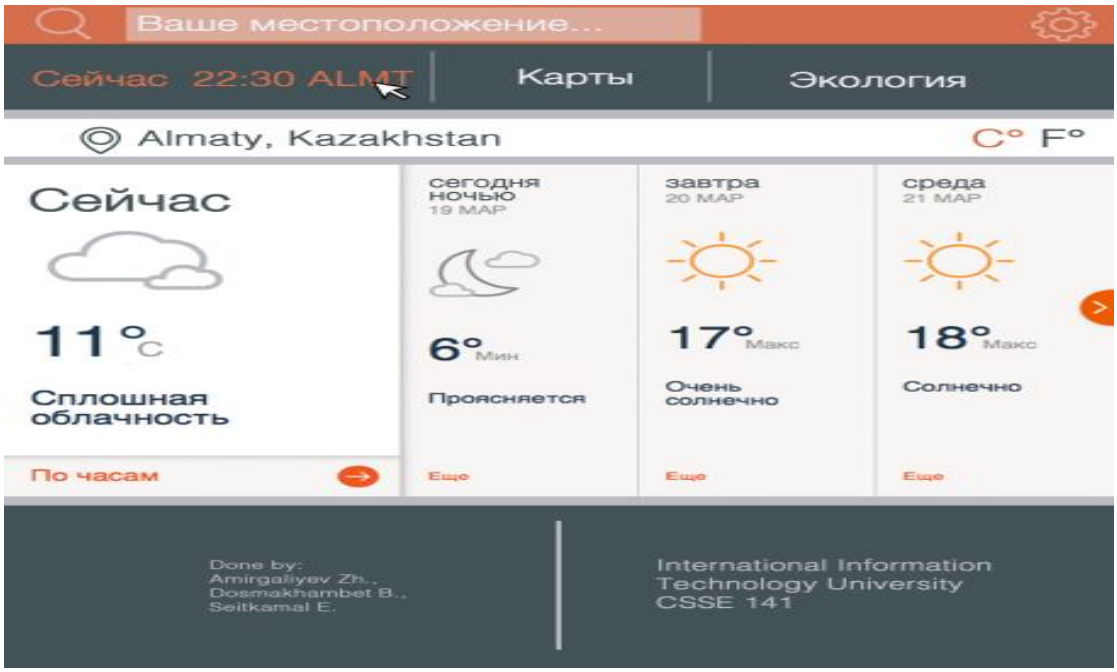
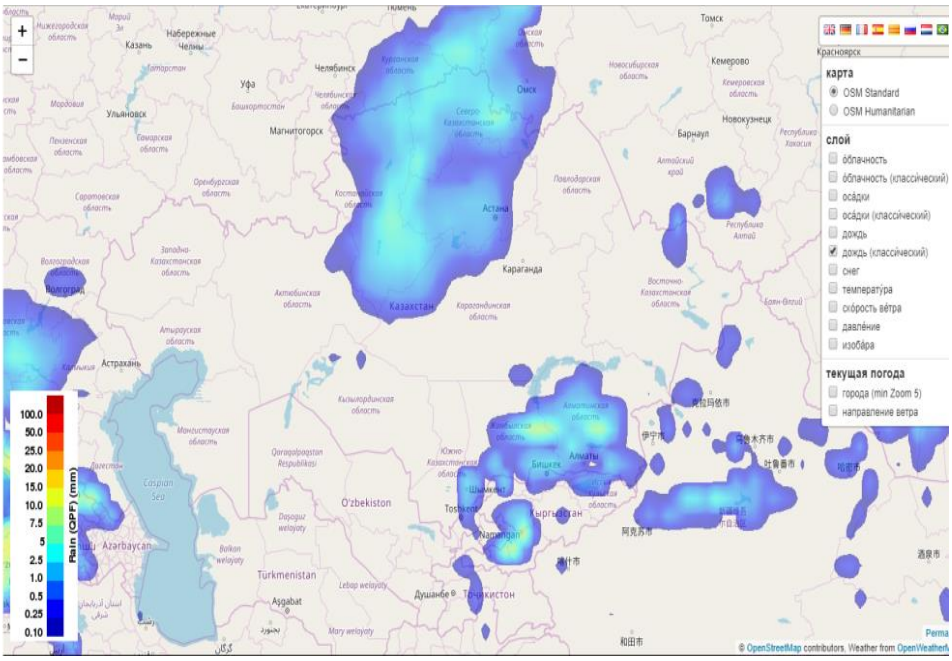


Рис. 2. Главная страница приложения

Все эти карты работают с помощью «OpenStreetMap», которые покрываются API «OpenWeatherMap». Карты будут представлены на странице «Карты» разработанного веб-сайта.

Рис. 3. Давление


карта
OSM Standard
OSM Humanitarian
слой
облачность
облачность (классический)
осадки
осадки (классический)
дождь
дождь (классический)
снег
температура
скорость ветра
давление
изобара
текущая погода
города (min Zoom 5)
направление ветра
Rain (QPF) (mm)
100.0
50.0
25.0
20.0
15.0
10.0
7.5
5
2.5
1.0
0.5
0.25
0.10
Казахстан
Караганда
Астана
Алматы
Бишкек
Ташкент
Душанбе
Туркменистан
Ашгабат
Узбекистан
Кыргызстан
Таджикистан
Волгоград
Астрахань
Уфа
Челябинск
Магнитогорск
Оренбург
Омск
Новосибирск
Кемерово
Барнаул
Томск
Красноярск
Казань
Ульяновск
Саратов
Пенза
Тюмень
Нижегородская область
Марий Эл
Набережные Челны
Татарстан
Мордовия
Самарская область
Пензенская область
Саратовская область
Оренбургская область
Волгоградская область
Западно-Казахстанская область
Актюбинская область
Атырауская область
Мангистауская область
Костанайская область
Кызылординская область
Карагандинская область
Восточно-Казахстанская область
Павлодарская область
Новосибирская область
Кемеровская область
Новокузнецк
Алтайский край
Республика Алтай
Республика Хакасия
Алматинская область
Жамбылская область
Южно-Казахстанская область
Шымкент
Таразская область
Сырдарьинская область
Ферганская область
Наманганская область
Андижанская область
Самаркандская область
Бухарская область
Хорезмская область
Каспийское море
Caspian Sea
Azərbaycan
Türkmenistan
Türkmenistan welayyat
Lebap welayyat
Mary welayyat
Balkan welayyat
Daşoguz welayyat
Qoraqalpoqstan Respublikasi
Türkmenistan welayyat
Türkmenistan welayyat
Türkmenistan welayyat

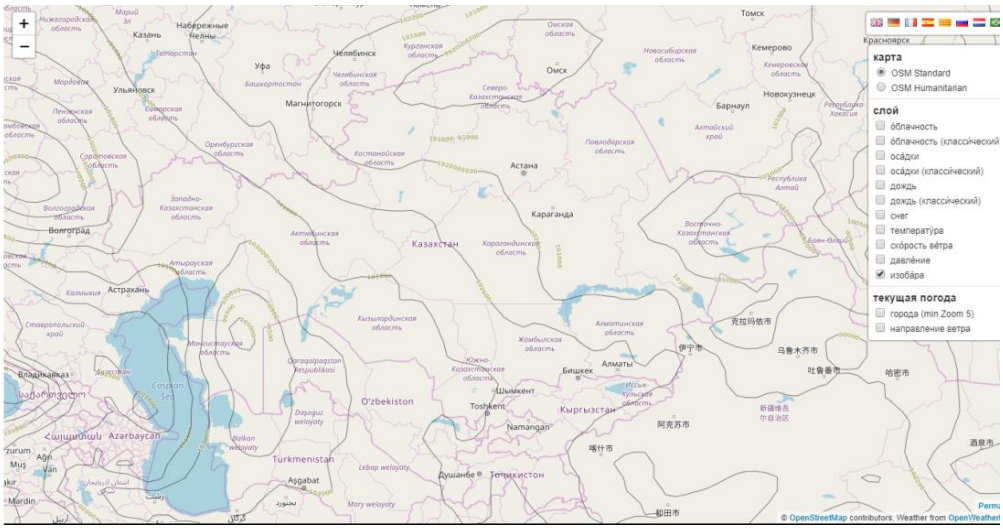


Рис. 6. Изобара

Рис. 7. Облачность

Данное приложение написано с использованием инструментов OpenWeatherMap, которая дает возможность использовать интерактивные данные с открытых источников.

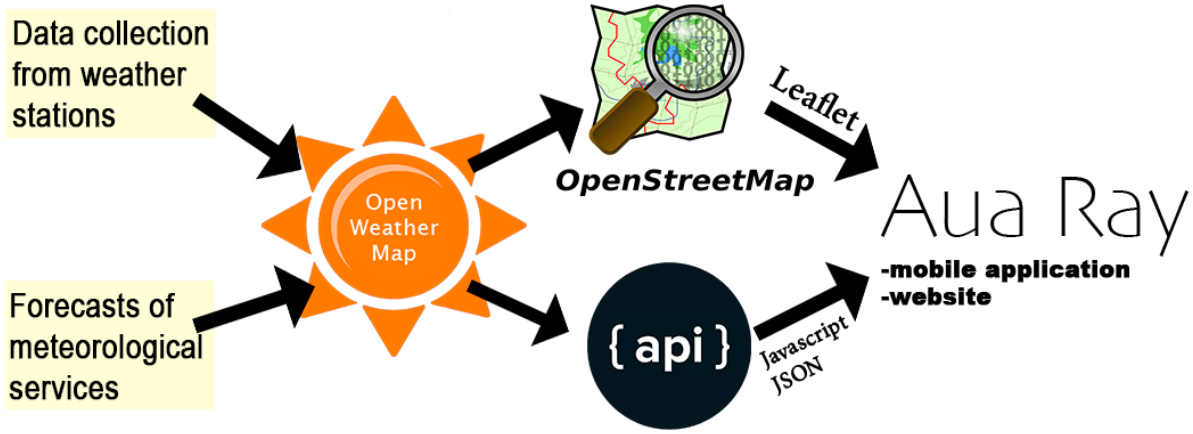


Рис. 8. Структура «OpenWeatherMap».

Заключение

Таким образом, разработанное приложение позволит точно и вовремя увидеть показатели температуры, влажности, давления, а также в данный момент разрабатывается дополнительно и экологический мониторинг.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Берденов Ж.Г., Современное состояние и геоэкологический анализ геосистем.- Астана: ТОО «МастерПО», 2017.

[2] Karen DeYoung, John Dawsey, Paul Sonne. Trump instructs military to prepare to withdraw U.S. troops from Syria. — 2018. https://www.washingtonpost.com/politics/?nid=top_nav_politics&utm_term=.77fbad89a6431

[3] Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. — М.: Техносфера, 2015.

[4] Oblinger D.G. Game Changers: Education and Information Technologies // EDUCAUSE. – 2012.

[5] Дайнеко Е.А., Дмитриев В.Г., Чайко Е.В., Ипалакова М.Т., Маратов М.М. Использование компьютерных моделей // Гумилев атындағы ЕҰУ Хабаршысы – Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. – 2012. – № 6.

[6] Алогова Л.А. Практикум по компьютерной графике. М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2016.

[7] Дьяконов В.П. Maple 9.5/10 в математике, физике и образовании. М.СОЛОН-Пресс 2015.

[9] ITU-T Recommendation G.902 (11/95). Framework recommendation on functional access networks (AN). Architecture and functions, access types, management and service node aspects.

[10] ITU-T Recommendation G.987 (06/12). 10-Gigabit-capable passive optical network (XG-PON) systems: Definitions, abbreviations and acronyms.

[11] Уваров В.Н. Геологическая история и палеогеография // В кн.: Физическая география Республики Казахстан. – Алматы: Қазақ университеті, 1998. – С. 5-12.

[12] Берденов Ж.Г. Анализ техногенного загрязнения природной среды Актюбинской области // Материалы международной научной конференции «Теоретические и практические проблемы Географии»: - Астана: ЕНУ им. Л.М. Гумилёва, 2014.

[13] Байжигитов К. Водные ресурсы Туркестана и вопросы озеленения. Журнал «Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана», 2003 г, №9, стр. 52-53.

[14] Вышпольский Ф.Ф., Караджи Ф. и др. Рекомендации по технологии орошения, водосбережения и повышение пладородия почв в зоне Арысь-Туркестанского канала. Тараз, КазНИИВХ совместно с ИКАРДА, 2004 г.

[15] Добрякова В.А. Основы MAPINFO. Методические указания по курсу "Географические информационные системы". - Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 1999.

Аманжолова С., Дузбаев Н., Амиргалиев Ж., Досмахамбет Б., Сейткамал Ю.

Алматы қаласы және Алматы облыстарында климаттық жағдайды мониторингілеу жүйесі.

Түйіндеме. Бұл статистикалық нұсқада мобильді қосымшаларды қолдану арқылы климаттық және экологиялық жағдайдың мониторингі үшін шешім қабылданады. Сондай-ақ, веб-қосымшаны жібереді, олар OpenWeatherMap-дің нақты уақыт режимінде іске қосылады. API-ға жазылған қосымшаның толық нұсқасы, Javascript languge, Xcode.

Түйінді сөздер: Климаттың мониторингі, қоршаған ортаның мониторингі. Мобильді қосымшалар, веб-портал, API, Javascript languge, Xcode

Amanzholova S., Duzbayev N., Amirgaliyev Zh., Dosmakhambet B., Seitkamal Y.

Monitoring system of climate in Almaty and Almaty region

Summary. This article describes the solution for climatic and ecological state monitoring of the region using a mobile application. And also a web application is presented, the data are replenished in a real time from OpenWeatherMap. The worked out application was made at API, Javascript languge, Xcode.

Key words: climate monitoring, ecological monitoring, mobile application, web-portal, API, Javascript languge, Xcode.

УДК 621.38

Y.N. Amirgaliev, M. Kunelbayev, O.A. Ayelbekov, N.S. Katayev,
D.M. Baiseitov, A.H. Kozbakova, A.A. Irzhanova
(Institute of Information and Computer Technologies, MES RK
Almaty, The Republic of Kazakhstan)

GIVE REASONING FOR INCIDENT ANGLE OF SOLAR ENERGY COLLECTOR

Abstract. The angle of inclination of the solar collector is necessary to be found out, which is determined by the geographical latitude of the area and the operating conditions when designing a helio installation for hot water supply. The average monthly values of the intensity of solar radiation on a level surface are given in the reference books, whereas

such data are not available for an inclined surface. The angle of inclination of the tubular collector is optimized to increase the efficiency of the solar power facility. The optimum tilt for Almaty was calculated. The hourly and daily values of direct solar radiation over the inclined surface are calculated, the hourly and daily values of diffused solar radiation over the inclined surface and the hourly and daily values of total solar radiation over the inclined surface.

Key words: flat solar energy collector, solar radiation, give reasoning, angle of solar collectors.

Е.Н. Амиргалиев, М. Кунелбаев, О.А. Ауелбеков, Н.С. Катаев,
Д.М. Байсеитов, А.Х. Козбакова, А.А. Иржанова
(Институт Информационных и Вычислительных Технологий КН МОН РК,
Алматы, Республика Казахстан)

ОБОСНОВАНИЕ УГЛА ПАДЕНИЯ СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА

Аннотация. При проектировании гелиоустановки для горячего водоснабжения необходимо знать угол наклона гелиоколлектора, которые определяются географической широтой местности и условиями эксплуатации. Среднемесячные значения интенсивности солнечной радиации на горизонтальную поверхность приводятся в справочниках, тогда как для наклонной поверхности таких данных нет. Для повышения эффективности работы гелиоустановки оптимизирован угол наклона трубчатого коллектора. С использованием работы нами произведен расчет оптимального угла наклона для условии г. Алматы. Рассчитаны часовые и дневные суммы прямой солнечной радиации на наклонную поверхность, часовые и дневные суммы рассеянной солнечной радиации на наклонную поверхность и часовые и дневные суммы суммарной солнечной радиации на наклонную поверхность

Ключевые слова: плоский солнечный коллектор, солнечная радиация, обоснование, угол солнечных коллекторов

Введение

На производительность системы преобразования солнечной энергии определяют количество солнечной радиации достигшей наклонную поверхность коллектора, которая называется азимутальным углом или углом наклона коллектора [1] . Наклонная поверхность в любое время есть как глобальный фактор радиации на горизонтальную и отражательную поверхность земли которые определяют количество солнечной радиации.

Сорок процентов солнечной радиации падающий на солнечный коллектор достигается с системой слежения[2]. Тем не менее, системы слежения стоят дорого, нужна энергия для их эксплуатации и не всегда применимы, особенно для мелких систем. Оптимизация угла наклона широко рассмотрены[3-5]. Для отопительного сезона разработал метод расчета оптимального угла наклона для коллекторов на юге[6]. Elsayed MM [7] рассматривал эффекты широты, солнечной отражательной способности и инсоляции. Tang R and Wu T [8] разработал простую математическую процедуру, позволяющую определять оптимальный угол наклона. Masters GM [9] предложил на (Широте ± 15 °) ± 15 ° оптимальный угол наклона гелиоколлектора. В летние месяцы, оптимальный угол наклона, как правило, 15 ° меньше широты, в то время как в зимние месяцы; она составляет 15 ° больше, чем от широты. Удельное расположение оптимальный угол наклона можно отметить в [10-15].

Методы

При проектировании ГУ для горячего водоснабжения необходимо знать угол наклона гелиоколлекторов, которые определяются географической широтой местности и условиями эксплуатации. Среднемесячные значения интенсивности солнечной радиации на горизонтальную поверхность приводятся в справочниках, тогда как для наклонной поверхности таких данных нет.

Известна работа [16], в которой получена аналитическая формула для оценки оптимального угла наклона плоской обращенной к югу поверхности, при котором может достигаться максимум поглощаемым за день этой поверхностью солнечным излучением. Оптимальный угол наклона, согласно этой формуле, зависит от географической широты, склонения Солнца, мощности дневного глобального солнечного, падающего на горизонтальную поверхность, отражательной способности Земли. Оптимальный угол наклона возрастает с увеличением широты при данном склонении и отношении God/Bod, и оптимальный угол наклона увеличивается при росте отношения God/Bod при фиксированной широте и склонении. Климатические условия значительно сильнее влияют на значение оптимального угла наклона в зимний сезон. Полученная формула пригодна для применения при всех сезонах года, для Северного полушария при широтах < 60 °C.

Известна работа [17], в которой представлены данные измерения солнечного излучения ориентированных на север, юг, восток и запад вертикальных поверхностях и на горизонтальной поверхности, проведенных интервалом 10 мин в течение всего 1992 г. в Валенсии (Испания). Эти данные сравнены с расчетами при использовании различных моделей для наклонной поверхности. Наиболее адекватной является модель Hay, которая была использована для определения почасовой вариации с оптимальным углом наклона солнечного коллектора в Валенсии и расчета среднегодового угла наклона. Показано, что более точным является метод, использующий среднемесячный оптимальный угол наклона.

Для повышения эффективности работы гелиоустановки оптимизирован угол наклона трубчатого коллектора.

Общепринятая рекомендация для определения оптимального угла наклона к горизонту плоского коллектора, ориентированного в южном направлении и используемого летом, равна:

$$S = \Psi - 15^\circ \tag{1}$$

где Ψ – географическая широта местности, для города Алматы 43°.

Углы наклона гелиоколлекторов рекомендуется, исходя из продолжительности работы гелиоустановки – для летнего периода $S_{реком.} = \Psi - 15°$, зимнего периода $S_{реком.} = \Psi + 15°$, круглогодичного периода $S_{реком.} = \Psi$.

С использованием работы [18] нами произведен расчет оптимального угла наклона ТК для условия г. Алматы [19].

Полезная поглощаемая энергия солнечного излучения, падающая на горизонтальную поверхность, определяется, как вектор нормальной составляющей (H) от вектора потока прямого излучения (H_n).

$$H = H_n \cdot \cos\theta_z \tag{2}$$

где H – вертикальная составляющая суммарной солнечной радиации.

Нормальный вектор потока прямого солнечного излучения, падающего на наклонную поверхность в соответствии с рисунок 21 рассчитывается по формуле:

$$H_T = H_n \cdot \cos\theta_t \tag{3}$$

В справочных материалах [20] даются значение интенсивностей суммарной, прямой диффузной солнечной энергии на горизонтальную поверхность. В действительности гелиоколлектора устанавливаются с углом наклона $\theta_т$, который выбирается из условия максимального использования поглощающей площади.

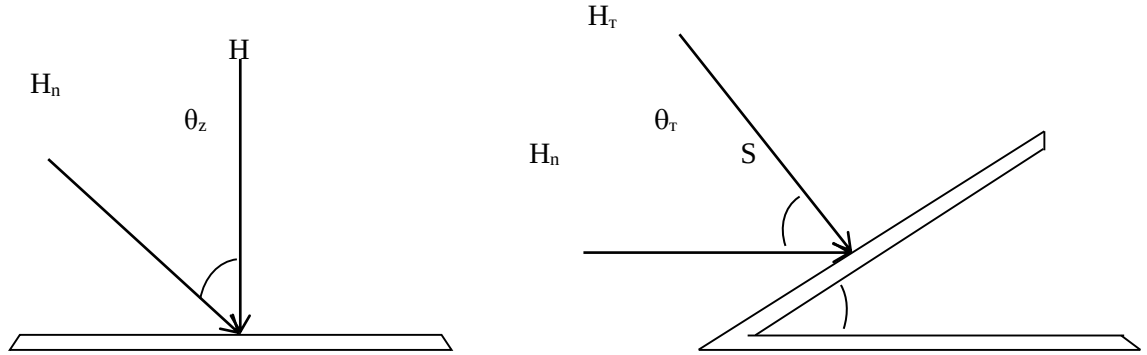


Рис. 1. Приход радиации на горизонтальную и наклонную поверхности

Угол падения солнечных лучей меняется в течение дня. Утром и вечером он максимальный, а в обеденное время минимальный.

Отношение потока радиации $H_т$, падающего по нормали на наклонную поверхность, к соответствующему потоку на горизонтальную поверхность выражается через углы θ_z $\theta_т$:

$$R_B = \frac{H_t \cdot H_n \cdot \cos\theta_t \cdot \cos\theta_t}{H \cdot H_n \cdot \cos\theta_t \cdot \cos\theta_t} \tag{4}$$

Угол падения прямой солнечной радиации определяется по формуле:

$$\cos\theta = \sin\delta \cdot \sin\Psi \cdot \cos S - \sin\delta \cdot \cos\Psi \cdot \sin\Psi \cdot \cos\gamma + \cos\delta \cdot \cos\Psi \cdot \cos S \cdot \cos W + \cos\delta \cdot \sin\Psi \cdot \sin S \cdot \cos\gamma \cdot \cos W + \cos\delta \cdot \sin S \cdot \sin\gamma \cdot \sin W \quad 5)$$

где $\delta = 23{,}45 \cdot \sin 360 \cdot (284 + n/365)$– склонение солнца;
Ψ – широта местности;
S – угол между рассматриваемой плоскостью и горизонтальной поверхностью;
γ – азимутальный угол плоскости;
W – часовой угол;
n – порядковый номер дня.

Из (5) следует формула расчета угла падения радиации на поверхность горизонтального коллектора, т.е. при γ–S=0. Тогда:

$$\cos\theta_Z = \sin S \cdot \sin\Psi + \cos\delta \cdot \cos\Psi \cdot \cos W \quad (6)$$

А для коллекторов, расположенных под углом S к горизонту:

$$\cos\theta_t = \cos \cdot (\Psi - S) \cdot \cos\delta \cdot \cos W + \sin(\Psi - S)\sin\delta \quad (7)$$

Подставив (5), (6) в (7), получаем формулу расчета поправочного коэффициента для заданных углов наклона гелиоколлекторов.

$$R_B = \frac{\cos(\Psi - S) \cdot \cos\delta \cdot \cos W + \sin(\Psi - S) \cdot \sin\delta}{\cos\Psi \cdot \cos\delta \cdot \cos W + \sin\Psi \cdot \sin\delta} \quad (8)$$

Результаты

Результаты расчета солнечной радиации с использованием R_B по данным ст. ГМО г.Алматы приведены в соответствии с рисунками 22, 23, 24. Широта местности Ψ =43˚,а углы наклона гелиоколлекторов равны 55˚, 45˚, 30˚ в годичном цикле.

Оптимальный угол наклона, при котором суточный приход солнечной радиации, усредненный за весь неотопительный сезон, максимален, составляет в апреле, июне, июле, августе (летний период)– 30˚, т.е. на 2˚ выше общепринятого рекомендуемого. Для переходного периода – для марта, сентября 45˚, также на 2˚ выше если рекомендуемый принять, как круглогодичный S = Ψ =43˚. Для зимнего периода – февраль, октябрь, ноябрь оптимальный угол наклона гелиоколлектора равен 55˚, т.е. на 3˚ меньше общепринятого рекомендуемого (зимний период S =58˚ для г. Алматы).

Установлено, что в процессе эксплуатаций трубчатого гелиоколлектора при нагреве солнечной энергии происходит удлинение пластмассовой трубы, которое обусловливает отклонение поверхности панели труб от нормали к солнечной радиации на 5˚ ниже чем от расчетного угла наклона коллектора.

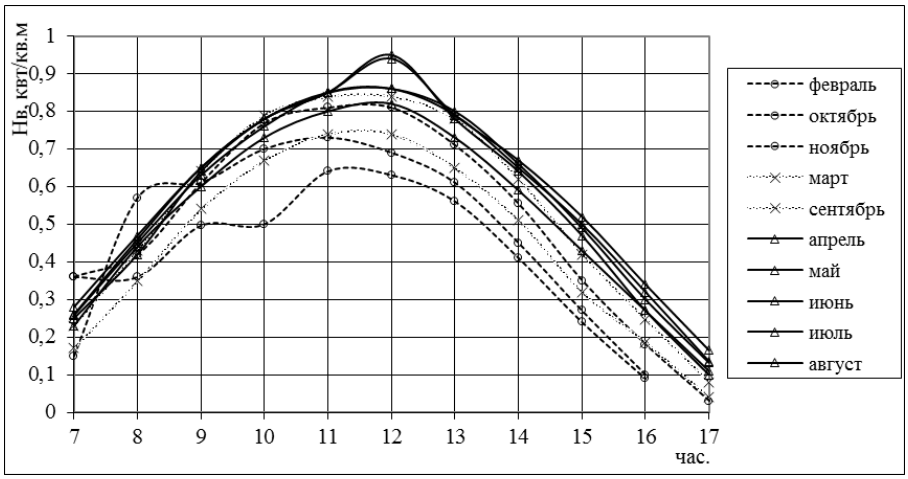
Исходя из этого рекомендуем в процессе эксплуатаций учитывать данную закономерность и соответственно оптимальные углы в годичном цикле рекомендуем принимать по формуле:

$$S = S_p + 5^\circ \quad (9)$$

где S_p- расчетный угол.

Соответственно оптимальный угол наклона пластмассового гелиоколлектора составить для летнего периода 35° т.е на выше на 7° чем $S_{реком.}$, для марта, сентября 50˚–также выше на 7° чем $S_{реком}$, для февраля, октября, ноября 60° на 2° выше чем $S_{реком}$,.

Плоские солнечные коллекторы поглощают как прямую, так и рассеянную составляющую солнечной радиации. Чтобы использовать в практических расчетах данные по приходящей на горизонтальную поверхность суммарной радиации, необходимо рассчитать поправочный коэффициент и для рассеянной



Месяц	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Сумма за день, ∑	4,15	4,90	5,75	6,20	6,45	6,08	6,05	5,90	5,60	4,88
Сред. за день, $\overline{E}$	0,43	0,44	0,52	0,56	0,49	0,55	0,55	0,53	0,50	0,48

Рис. 2. Часовые и дневные суммы прямой солнечной радиации на наклонную поверхность, кВт/м^2

Расчет суммарной радиации на наклонную поверхность производится таким же методом.

$$H_T = H_B \cdot R_B + H_d \cdot R_d \qquad (10)$$

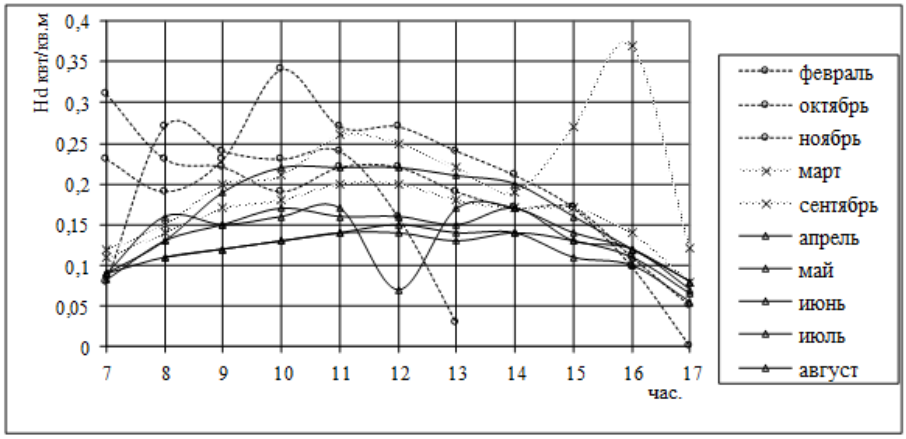
где H_B и H_d – прямая и рассеянная составляющие солнечной радиации горизонтальную поверхность;

R_B – поправочный коэффициент для прямой радиации;

R_d – то же для рассеянной составляющей.

Рассеяние солнечной радиации может быть направленным, тогда $R_d = R_B$, т.е. угловой поправочный коэффициент совпадает с коэффициентом для прямой. Часовые и дневные суммы прямой радиации на наклонную поверхность для углов наклона 55 ˚, 45˚, 30˚ приведены в соответствии с рисунком 26. Как видим, максимальный приход прямой радиации имеем при ориентации под углом 30˚.

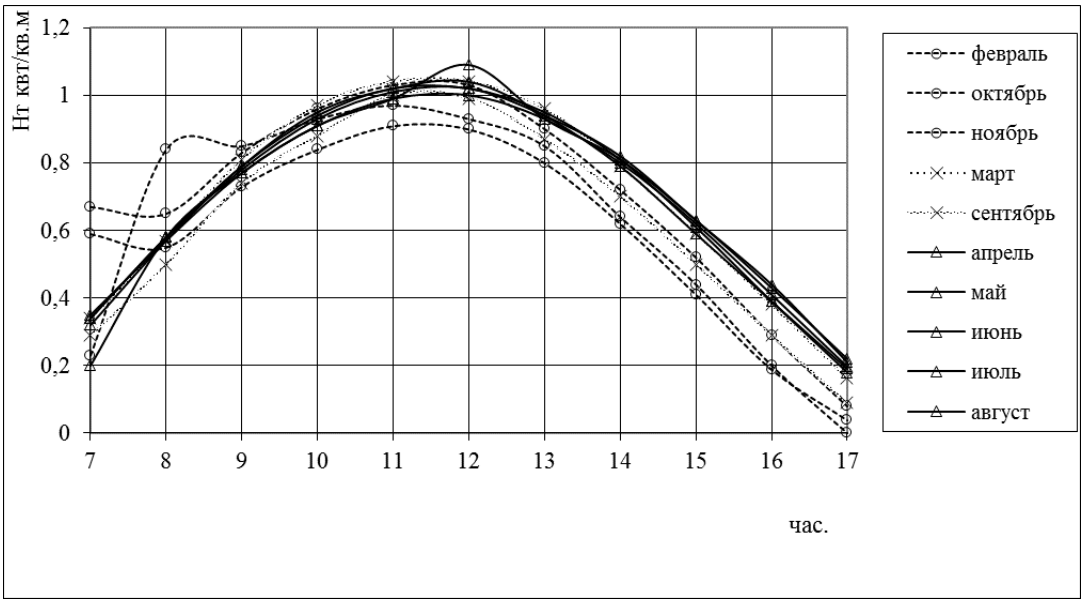
Часовые, дневные и месячные суммы рассеянной и суммарной радиации приведены в соответствии с рисунками 2 и 3.



Месяц	*II*	*III*	*IV*	*V*	*VI*	*VII*	*VIII*	*IX*	*X*	*XI*
Сумма за день, ∑	*2,25*	*2,36*	*1,84*	*1,50*	*1,20*	*1,30*	*1,50*	*1,74*	*2,30*	*1,22*
Сред. за день, E	*0,23*	*0,21*	*0,16*	*0,13*	*0,10*	*0,12*	*0,13*	*0,16*	*0,20*	*0,20*

Рис. 3. Часовые и дневные суммы рассеянной солнечной радиации на наклонную поверхность, кВт/м ^{2}

Значения отражательной способности поверхности земли в условиях Алматинской области в соответствии расчета составляет 9,0 … 10,0 %, что необходимо учитывать при проектировании солнечных установок.



месяц	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Сумма за день, ∑	6,54	6,85	7,59	7,70	7,56	7,54	7,63	7,65	7,68	6,88
Сред. за день	0,59	0,62	0,69	0,70	0,68	0,68	0,69	0,69	0,69	0,68

Рис. 4. Часовые и дневные суммы суммарной солнечной радиации на наклонную поверхность, кВт/м^2

Вывод

Оптимальный угол наклона, при котором суточный приход солнечной радиации, усредненный за весь неотопительный сезон, максимален, составляет в апреле, июне, июле, августе (летний период)– 30˚, т.е. на 2˚ выше общепринятого рекомендуемого. Для переходного периода – для марта, сентября 45˚, также на 2˚ выше если рекомендуемый принять, как круглогодичный S = Ψ =43˚. Для зимнего периода – февраль, октябрь, ноябрь оптимальный угол наклона гелиоколлектора равен 55˚, т.е. на 3˚ меньше общепринятого рекомендуемого (зимний период S =58˚ для г. Алматы).

Работа выполнена при поддержке гранта МОН РК BR05236693, выполняемой в Институте информационных и Вычислительных Технологий КН МОН РК, по контракту №318 от 30.03.2018.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Chang YP. Optimal the tilt angles for photovoltaic modules in Taiwan. International Journal of Electrical Power and Energy Systems 2010;32:956-964.

[2] Kern J, Harris I. On the optimum tilt of a solar collector. Solar Energy 1975;17:97-102.

[3] Lewis G. Optimum tilt of solar collector. Solar Wind Energy 1987;4:407-410 empirical correlation. Solar & Wind Technology 1988;5:589-596.

[5] El-Kassaby MM, Hassab MH. Investigation of a variable tilt angle Australian type solar collector. Renewable Energy 1994;4:327-332.

[6] Chiou JP, El-Naggar MM. Optimum slope for solar insolation on a flat surface titled toward the equator in heating season. Solar Energy 1986;36:471-478.

[7] Elsayed MM. Optimum orientation of absorber plates. Solar Energy 1989;42:89-102.

[8] Tang R, Wu T. Optimal tilt-angles for solar collectors used in China. Applied Energy 2004;79:239-248.

[9] Masters GM. Renewable and efficient electric power systems. New Jersey: John Wiley & Sons Inc,2004.

[10] Koronakis PS. On the choice of the angle of tilt for south facing solar collectors in the Athens basin area. Solar Energy 1986;36:217-225.

[11] Yakup MABHM, Malik AQ. Optimum tilt angle and orientation for solar collector in Brunei Darussalam. Renewable Energy 2001;24:223-234.

[12] Bari S. Optimum orientation of domestic solar water heaters for the low latitude countries. Energy Conversion and Management 2001;42:1205-1214.

[13] Kacira M, Simsek M, Babui Y, Demirkol S. Determining optimum tilt angles and orientations of photovoltaic panels in Sanliurfa, Turkey. Renewable Energy 2004;29:1265-1275.

[14] Elminir HK, Ghitas AE, El-Hussainy F, Hamid R, Beheary MM, Abdel-Moneim KM. Optimum solar flat-plate collector slope: case study for Helwan, Egypt. Energy Conversion and Management 2006;47:624-637.

[15] Skeiker K. Optimum tilt angle and orientation for solar collectors in Syria. Energy Conversion and Management 2009;50:2439-2448.

[16] Zhu Chaoqun // Nanjing daxue xuebao. Ziran kexue=J. Nanjing Univ. Natur. Sci. Ed.-1997.-33, № 4.-p. 623-630.

[17] The optimisation of the angle of inclination of a solar collektor to maximise the incident solar radiation / Hartley L. E., Martinez-Lozano J.A., Utrillas M.P., Tena F., Pedros R. // Renewable Energy.-1999.-17, № 3.- p. 291-309.

[18]Тайсаева В.Т., Сарапов А.А. Расчет прихода солнечной радиации на наклонную поверхность // Электрификация технологических процессов сельскохозяйственного производства: Сб. науч.тр. / ВАСХНИЛ, Сиб. Отд-ние, Сиб.ИМЭ, Новосибирск, 1988, С.23-31.

[19] Омаров Р.А., Умбетов Е.С. Обоснование угла наклона гелиоколлектора. // Исследования, результаты. №5,1999, КазГАУ.-С.99-103.

[20] Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3, части 1-6, выпуск 18, Книга 1, Ленинград, Гидрометеоиздат, 1989.

Амиргалиев Е.Н., Кунелбаев М., Ауелбеков О.А., Катаев Н.С.,
Байсеитов Д.М., Козбакова А.Х., Иржанова А.А.

Күн коллекторларының көлбеу бұрышын негіздеу

Түйіндеме. Ыстық сумен қамтамасыз етуге арналған гелио қондырғыларды жобалау кезінде тасымалдау шарттарымен және елді мекеннің географиялық ендігімен анықталатын гелиоколлекторлардың көлбеу бұрышын білу қажет. Көлденең бетке күн сәулесінің радиациясының қарқындылығының орташа айлық мәндері анықтама кітаптарда берілген, ал көлбеу бетке арналған мұндай мағлұматтар жоқ. Гелиоқұрылғылар жұмысының тиімділігін арттыру үшін, құбырлы коллектордың көлбеу бұрышы оңтайландырылған. Жұмысты пайдалана отырып, біз Алматы қаласының шарттарына тиімді көлбеу бұрышты есептедік. Көлбеу бетке түсетін түзу күн радиациясының күндізгі және сағаттық мөлшерінің қосындысы, көлбеу бетке түсетін шашыраңқы күн радиациясының күндізгі және сағаттық мөлшерінің қосындысы, көлбеу бетке түсетін қосындыланған күн радиациясының күндізгі және сағаттық мөлшерінің қосындысы есептелінді.

Түйін сөздер: Жазық күн коллекторы, күн радиациясы, негіздеу, күн коллекторларының бұрышы

Kunelbayev M., Auyelbekov O. A., Katayev N. S., Irzhanova A.A., Amirgaliyev Ye. N.,
Bayseitov D.M., Kozbakova A.Kh.

Give reasoning for incident angle of solar energy collector

Summary. The angle of inclination of the solar collector is necessary to be found out, which is determined by the geographical latitude of the area and the operating conditions when designing a helio installation for hot water supply. The average monthly values of the intensity of solar radiation on a level surface are given in the reference books, whereas such data are not available for an inclined surface. The angle of inclination of the tubular collector is optimized to increase the efficiency of the solar power facility. The optimum tilt for Almaty was calculated. The hourly and daily values of direct solar radiation over the inclined surface are calculated, the hourly and daily values of diffused solar radiation over the inclined surface and the hourly and daily values of total solar radiation over the inclined surface.

Key words: flat solar energy collector, solar radiation, give reasoning, angle of solar collectors.

A.R. Turganbayeva, A.D. Sambetbayev
(Kazakh National University n.a. Al-Farabi, Almaty, Republic of Kazakhstan.
E-mail: turalma@mail.ru, sambetbaevaidos@gmail.com)

CLOUD SERVICES TO SAVE AND MANAGE INFORMATION RESOURCES

Abstract: The prospects of using cloud technologies in the educational process of the modern school are considered. The definition of cloud computing is disclosed, cloud models are described. Basic services based on cloud computing and the possibility of their application in the process of teaching students are provided. The advantages and disadvantages of using cloud technologies in the educational process of the school are revealed.

Key words: IT environment of an educational institution; cloud computing; cloud models; cloud technologies.

А.Р. Турганбаева, А.Д. Самбетбаев
(Казахский Национальный Университет им. Аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан.
E-mail: turalma@mail.ru, sambetbaevaidos@gmail.com)

ОБЛАЧНЫЕ СЕРВИСЫ В СОХРАНЕНИИ И УПРАВЛЕНИИ ИНФОРМАЦИОННЫМИ РЕСУРСАМИ

Аннотация: Рассматриваются перспективы использования облачных технологий в образовательном процессе современной школы. Раскрывается определение cloud computing, описываются модели облаков. Представляются основные сервисы на основе cloud computing и возможности применения их в процессе обучения школьников. Выявляются преимущества и недостатки применения облачных технологий в образовательном процессе школы.

Ключевые слова: информационная среда образовательного учреждения; облачные вычисления; модели облаков; облачные технологии.

1.Введение

Одним из перспективных направлений развития современных информационных технологий являются облачные технологии. Под облачными технологиями (англ. cloud computing) понимают технологии распределённой обработки данных, в которой компьютерные ресурсы и мощности предоставляются пользователю как интернет-сервис [2; 4; 5]. Проанализируем сущность и основные характеристики облачных технологий для того, чтобы обосновать возможность и целесообразность их применения в образовательном процессе современной школы.

2 Постановка задачи

Национальный институт стандартов и технологий США (National Institute of Standards and Technology — NIST) в документе «NIST Definition of Cloud Computing v15» [4] определил облачные вычисления как модель предоставления повсеместного и удобного сетевого доступа (по мере необходимости) к общему пулу конфигурируемых вычислительных ресурсов (например, сетей, серверов, систем хранения, приложений и сервисов), которые могут быть быстро предоставлены и освобождены с минимальными усилиями по управлению и необходимостью взаимодействия с провайдером услуг. При облачных вычислениях данные постоянно хранятся на виртуальных серверах, расположенных в облаке, а также временно кэшируются на клиентской стороне на компьютерах, ноутбуках, нетбуках, мобильных устройствах и т. п. [2]

3 Существующие решения

Для построения облака используют одну из трех базовых моделей: программное обеспечение как сервис, платформу как сервис, инфраструктуру как сервис. Проанализируем более подробно модели облаков с целью выявления возможности их применения в образовательном процессе. Инфраструктура как сервис (IaaS, infrastructure as a service) — предоставление компьютерной инфраструктуры как услуги на основе концепции облачных вычислений. На этом уровне пользователи получают базовые вычислительные ресурсы. Например, процессоры и устройства для хранения информации используют их для создания своих собственных операционных систем и приложений. Одним из примеров такого подхода является Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2) — организации могут использовать эту инфраструктуру, устанавливая на виртуальных машинах linux-серверы, и при необходимости наращивать вычислительные мощности [3]. Такая модель подразумевает бесплатное предоставление ресурсов хранения данных, функций электронной почты и систем совместной работы, что может быть интересным для образовательных учреждений. Платформа как сервис (PaaS, platform as a service) — это предоставление интегрированной платформы для разработки, тестирования, развертывания и поддержки веб-приложений как услуги. Здесь пользователи имеют возможность устанавливать собственные приложения на платформе, предоставляемой провайдером услуги. В качестве примера можно привести сервис Google Apps Engine, позволяющий разработчикам создавать и устанавливать приложения на языке Python. Этот тип облачных вычислений в настоящее время не актуален для образовательных учреждений. Программное обеспечение как сервис (SaaS, software as a service) — модель развертывания приложения, которая подразумевает предоставление приложения конечному пользователю как услуги по требованию. При этом в облаке хранятся не только данные, но и связанные с ними приложения, а пользователю для работы требуется только веб-браузер. Именно этот уровень представляет наибольший интерес для образовательного процесса. Лучшими примерами такого подхода являются системы Google Apps for Education и Microsoft Live@edu, предоставляющие как средства поддержки

коммуникации, так и офисные приложения, такие, как электронная почта, электронные таблицы, приложения для обработки текстов и т. п. [3]. В настоящее время в мировой практике реализуются четыре модели развертывания облачных систем:

1) приватное облако (private cloud) — используется для предоставления сервисов внутри одной компании, которая является одновременно и заказчиком, и поставщиком услуг. Это вариант реализации облачной концепции, когда компания создает ее для себя самой, в рамках организации;

2) публичное облако (public cloud) — подразумевает развертывание инфраструктуры с необходимым программным обеспечением и предоставление механизмов доступа к ним за пределами инфраструктуры учреждения;

3) гибридное облако (hybrid cloud) — состоит из двух и более облаков различного типа;

4) общественное облако (community cloud) — вид инфраструктуры, предназначенный для использования конкретным сообществом потребителей из организаций, имеющих общие задачи. Примерами общественных облаков является платформа Windows Azure, веб-сервисы Amazon, Google App Engine и Force.com [1]. Для образовательных учреждений наиболее подходящими являются публичные и общественные облачные системы.

4 Использования облачных технологий в образовательном процессе

Осуществление текущего, тематического, итогового контроля, а также самоконтроля. Использование сервиса Google Docs (Формы) предоставляет учителю возможность организовать тест с разными типами вопросов с применением специальных форм в документе. Планирование учебного процесса средствами сервиса Google Calendar позволяет создавать расписание теоретических и практических занятий, консультаций; ин- формировать учащихся о домашнем задании, о переносе занятий, напоминать о контрольных и самостоятельных работах, сроках сдачи рефератов, проектов. На основе рассмотренных сервисов сформулируем дидактические возможности облачных технологий, подтверждающие целесообразность их применения в образовательном процессе современной школы:

возможность организации совместной работы большого коллектива преподавателей и учащихся;

− возможность как для учителей, так и для учеников совместно использовать и публиковать документы различных видов и назначения;

− быстрое включение создаваемых продуктов в образовательный процесс из- за отсутствия территориальной привязки пользователя сервиса к месту его предоставления;

− организация интерактивных занятий и коллективного преподавания;

− выполнение учащимися самостоятельных работ, в том числе коллективных проектов, в условиях отсутствия ограничений на «размер аудитории» и «время проведения занятий»;

− взаимодействие и проведение совместной работы в кругу сверстников (и не только) независимо от их местонахождения;

− создание web-ориентированных лабораторий в конкретных предметных областях (механизмы добавления новых ресурсов; интерактивный доступ к инструментам моделирования; информационные ресурсы; поддержка пользователей и др.);

− организация разных форм контроля;

− перемещение в облако используемых учреждениями систем управления обучением (например, Moodle);

− новые возможности для исследователей по организации доступа, разработке и распространению прикладных моделей.

Таким образом, главным дидактическим преимуществом использования облачных технологий в образовательном процессе является организация совместной работы учащихся и преподавателя. В ходе исследования мы разработали структурно-функциональную модель методической системы обучения информатике в сотрудничестве на основе облачных технологий, представляющую собой совокупность подготовительного, моделирующего и практико-ориентированного этапов. Целью первого, подготовительного, этапа является формирование теоретических знаний, ценностных ориентаций, практических и коммуникативных умений, необходимых для совместного обучения информатике с использованием облачных технологий. Обучение на этом этапе осуществляется с применением комплекса методов, включающего групповой метод. Диагностика сформированности предметных знаний проводится посредством текущего контроля с использованием лабораторных работ и компьютерных тестов, успешное выполнение которых является условием перехода обучаемых на следующий этап предложенной методической системы. В том случае, если контроль показал недостаточный уровень сформированности необходимых знаний, для учащихся организуются дополнительные занятия и предлагаются к самостоятельному выполнению индивидуальные задания. Моделирующий этап направлен

на формирование у учащихся практического опыта применения облачных технологий. Результативность усвоения обучаемыми необходимых знаний и умений выявляется посредством тематического контроля с использованием тестирования и оценок практических работ. Положительные результаты контроля являются условием перехода учащихся на следующий этап методической системы. Целью практико-ориентированного этапа обучения информатике в сотрудничестве на основе облачных технологий является актуализация знаний и умений в области совместного освоения информатики с применением облачных технологий и диагностируется их сформированность. В качестве превалирующего метода обучения используется групповой метод обучения, который отличается от метода, применяемого на предыдущем этапе обучения, более высокой самостоятельностью школьников. Диагностика сформированности у учащихся знаний и умений в области совместной работы с применением облачных технологий (итоговый контроль результативности методической системы) осуществляется посредством экспертной оценки коллективных проектов, выполненных ими. В настоящее время в рамках данного исследования проводится опытно экспериментальная работа на базе Института информатики и информационных технологий Уральского государственного педагогического университета. В образовательный процесс, в том числе и в процесс обучения информатике, использование облачных технологий приходит с задержкой и еще не нашло широкого применения. Несмотря на ряд очевидных достоинств, их распространению препятствует ряд объективных факторов. Традиционно большинство отечественных образовательных учреждений с недоверием относятся к аренде виртуальных мощностей, предпочитая работать с конкретным, желательно собственным, оборудованием, программным обеспечением и данными, которые хранятся локально и доступны в любой момент времени.

6 Резюме

Облачные технологии дают возможность школьникам взаимодействовать и вести совместную работу с непрерывно расширяющимся кругом сверстников независимо от их местоположения. Данные технологии доставляют учебные материалы наиболее экономичным и надежным способом, отличаясь простотой распространения и обновления. Именно облачные технологии позволят знанию преодолеть существующие барьеры: географические, технологические, социальные. Облачные технологии предлагают альтернативу традиционным формам организации учебного процесса, создавая возможности для персонального обучения, интерактивных занятий и коллективного преподавания. Внедрение облачных технологий не только снизит затраты на приобретение необходимого программного обеспечения, повысит качество и эффективность образовательного процесса, но и подготовит школьника к жизни в современном информационном обществе.

ЛИТЕРАТУРА

[1]Сейдаметова З. С., Сеитфелиева С. Н. Облачные сервисы в образовании // Информационные технологии в образовании. – 2011. – № 9.

[2] HEWWIT C. ORGs for Scalable, Robust, Privacy-Friendly Client Cloud Computing // IEEE Internet Computing. Vol. 12, no. 5. NY, USA, Sep. Oct. 2008. doi: 10. – 1109/MIC. – 2008. – 107

[3] MELL P., GRANCE T. The NIST Definition of Cloud Computing v15. URL: http://www.slideshare.net/crossgov/nist-definition-of-cloud-computing-v15.

[4] MISEVICIEN R., BUDNIKAS G., AMBRAZIEN D. Application of Cloud Computing at KTU : MS Live@Edu Case // Informatics in Education, 2011, Vol. 10, No. 2. URL: http://www.mii.lt/informatics _ in_education/pdf/INFE194.pdf.

[5] Cousins, S.A., “Duplicate detection and record consolidation in large bibliographic databases: the COPAC database experience” // Journal of Information Science, Vol. 24 No. 4, pp. 231-40.

[6] M. Gabel, L. Jiang, and Z. Su. Scalable detection of semantic clones // international conference on Software engineering, ICSE ’08, 2008.

[7] Luís Filipe da Cruz Nassif and Eduardo Raul Hruschka, “Document Clustering for Forensic Analysis: An Approach for Improving Computer Inspection”, IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION FORENSICS AND SECURITY, VOL. 8, NO. 1, JANUARY 2013

[8] D. Renukadevi , S. Sumathi, “TERM BASED SIMILARITY MEASURE FOR TEXT CLASSIFICATION AND CLUSTERING USING FUZZY C-MEANS ALGORITHM”, International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR), Volume 3, Issue 4, April 2014

[9] I-Jen Chiang, Charles Chih-Ho Liu, Yi-Hsin Tsai, and Ajit Kumar, “Discovering Latent Semantics in Web Documents Using Fuzzy Clustering”, IEEE TRANSACTIONS ON FUZZY SYSTEMS, VOL. 00, NO. 0, 2015

[10] A. Saha and S. Das, “Axiomatic generalization of the membership degree weighting function for fuzzy c means clustering: Theoretical development and convergence analysis,” Inf. Sci., vol. 408, pp. 129–145, 2017.

[11] J. J. Whang, D. F. Gleich, and I. S. Dhillon, “Overlapping community detection using neighborhood-inflated seed expansion,” IEEE Trans. Knowl. Data Eng., vol. 28, no. 5, pp. 1272–1284, May 2016.

[12] Colantonio, A. “Role Mining Techniques To Improve RBAC Administration” 2013.
[13] Khan, M. S. Muyeba, M.and Coenen, F. "Weighted association rule mining from binary and fuzzy data," 2014.
[14] Rymon,R. Method and Apparatus for Role Grouping by Shared Resource Utilization, 2014.
[15] Zhang, N. Ryan, M. and Guelev, D. P. “Synthesising verified access control systems through model checking” 2015.

Turganbayeva A.R., Sambetbayev A.D.

Cloud services to save and manage information resources

Abstract: The prospects of using cloud technologies in the educational process of the modern school are considered. The definition of cloud computing is disclosed, cloud models are described. Basic services based on cloud computing and the possibility of their application in the process of teaching students are provided. The advantages and disadvantages of using cloud technologies in the educational process of the school are revealed.

Key words: IT environment of an educational institution; cloud computing; cloud models; cloud technologies.

Турганбаева А.Р., Самбетбаев А.Д.

Ақпараттық ресурстарды сақтау мен басқарудағы бұлтты қызметтер

Резюме. Жұмыста қаралатын мәселе ақпараттық ресурстарды сақтау мен басқарудағы бұлтты қызметтер. Ол жерде анықтау және бұлттық есептеу модельдерін сипаттау. Ұсынылатын негізгі қызметтер негізделген бұлттық есептеулерде және оларды пайдалану мүмкіндігін оқытуда оқушылардың бұлтты қызметтермен жұмыс жасауы. Анықталған артықшылықтары мен кемшіліктерін қолдану, бұлтты технологияны оқу үрдісінде пайдалану.

Кілттік сөздер: ақпараттық орта білім беру мекемесі; бұлтты есептеулер; бұлттар модельдері; бұлтты технологиялар.

УДК 622.276(045)

M.M. Chazhabayeva, A.K. Berdikhanova
(Caspian State University of Technologies and Engineering named after Sh.Yesenov,
Almaty, Kazakhstan
e-mail: mazan68@mail.ru)

THE DEVELOPMENT OF PREVENTION TECHNOLOGY OF SCALING ON THE PUMPING EQUIPMENT ESPU UZEN DEPOSIT

Abstract. Protection of underground equipment by constant dosage of scaling inhibitor to the inlet of a centrifugal pump. This method is accomplished by delivering the inhibitor to the pump with a capillary tube that runs parallel to the three-phase cable, which supply energy to the pump engine. Owing to this the possiblity to increase the TBR of the wells equipped with ESPU by more than 2 times, with a continuous dosage of the scaling inhibitor from the beginning of the ESPU commissioning.

Key words: ESP, scaling, inhibitor, dosage.

[1]М.М. Чажабаева, [1]А.К. Бердиханова
(Каспийский государственный университет технологии и инжиниринга имени Ш. Есенова,
Республика Казахстан e-mail: mazan68@mail.ru)

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЙ СОЛЕОТЛОЖЕНИЙ НА НАСОСНОМ ОБОРУДОВАНИИ УЭЦН МЕСТОРОЖДЕНИЯ УЗЕНЬ

Аннотация. Защита подземного оборудования путем постоянной дозировки ингибитора солеотложения на прием центробежного насоса**.** Данный метод осуществляется путем доставки ингибитора на прием насоса с помощью трубки – капилляра, который спускается параллельно с трехфазным кабелем питающий электроэнергией двигатель насоса. Благодаря этому наблюдается возможность увеличения МРП работы скважин оборудованных УЭЦН более чем в 2 раза, при непрерывной дозировке ингибитора солеотложения с начала ввода УЭЦН в эксплуатацию.

Ключевые слова: ЭЦН, отложение солей, ингибитор, дозировка.

Изменения условий эксплуатации УЭЦН при добычи нефти приводит к увеличению числа различных осложняющих факторов. Один из этих факторов это солеотложение на оборудовании, вызванное изменением температуры, давления, прогрессирующего обводнения продукции добывающих скважин [1].

Появление солеотложений в насосном оборудовании вызывает снижение подачи насоса, повышение динамического уровня и повышение температуры погружного электродвигателя.

Анализ причин часторемонтируемого фонда скважин в Узень за 2014-2016гг. показал, что главными причинами являются засорение, появление солеотложений, гарантийная наработка, ГТМ, коррозия, негерметичность НКТ и нарушений технологии ремонта. Характер неисправности отказавших узлов и причин отказов с распределением по первому отказавшему узлу за 2016 года (рисунки 1-3).

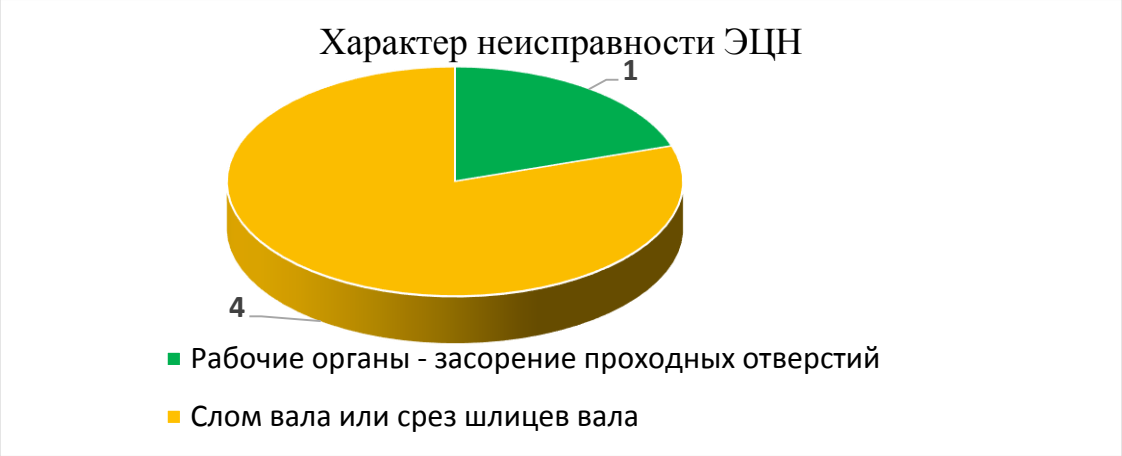


Рис. 1. Характер неисправности ЭЦН

Рис. 2. Характер неисправности ПЭД и ГЗ

Для эксплуатации ЭЦН при добыче нефти необходим подбор особых технологий предотвращения отложений солей, с учетом особенности месторождения «Узень».

На месторождение Узень, которое разрабатывается более 45 лет, добыто 300 миллион тонн нефти. Основная часть добычи нефти осуществляется механизированным способом. Основное количество скважин добывающего фонда эксплуатируется ШГНУ- 80%. Установками электроцентробежного насоса (УЭЦН) и фонтанным способом эксплуатируется 20% скважин.

При эксплуатации скважин штанговой глубинно-насосной установкой на текущий период возникают такие осложнения, как отложение асфальто-смолистых парафиноотложений (АСПО), минеральных солей, механических примесей и отказ узлов глубинных насосов. Одним из существенных недостатков на данном периоде разработки месторождения является ограниченная производительность ШГНУ, [2].

Рис. 3. Характер неисправности кабельной линии

В конце 2015 года для проведения опытно – промышленных испытаний (ОПИ) в эксплуатацию были внедрены установки электроцентробежных насосов. В результате проведенных ОПИ было выявлено, что достигнутый межремонтный период скважин, оборудованных УЭЦН на месторождении Узень, меньше по сравнению с МРП скважин, работающих на российских месторождениях. Однако при этом достигнутый МРП оказался больше, чем МРП скважин оборудованных ШГН, [2].

Анализ проведенного ОПИ показал, что причиной малого МРП при эксплуатации скважин, оборудованных УЭЦН, происходит в основном из-за отложения минеральных солей на рабочих колесах и приемной сетке ЭЦН.

Следует отметить, что содержание неорганических солей, взвешенных частиц (песка), механических примесей и их отложений в оборудовании ЭЦН снижает дебит и существенно сокращает межочистной и межремонтный периоды (МОП и МРП) [4].

Следует отметить, что материалы гидродинамических исследований скважин, изучение керна пород в специально пробуренных скважинах, анализ динамики обводнения продукции месторождения «Узень», а также дополнительные теоретические и экспериментальные исследования показывают, что процессы образования и отложения солей происходят в пористой среде нефтяных пластов.

Наиболее эффективным методом борьбы против отложения соли на подземном оборудовании является предотвращение процесса начала кристаллизации соли ниже места спуска подземного оборудования. Одним из способов такого метода является глубинное ингибирование добываемой жидкости ниже приема насоса.

Методика предупреждения отложения солей осуществляется тремя способами:

1. Обработка закачиваемого агента (воды) ингибитором солеотложения, тем самым проводя нейтрализацию минеральных солей в закачиваемой и добываемой воде.

2. Обработка ингибитором солеотложения призабойной зоны пласта, путем закачки ударной дозы ингибитора на добывающую скважину перед спуском УЭЦН с дальнейшей периодической обработкой в зависимости от интенсивности отложения солей.

3. Защита подземного оборудования путем постоянной дозировки ингибитора солеотложения на прием центробежного насоса.

Наиболее приемлемым на месторождения Узень является третий метод, который является простым по применению и с незначительным расходом эффективного ингибитора [2].

Данный метод осуществляется путем доставки ингибитора на прием насоса с помощью трубки – капилляра, который спускается параллельно с трехфазным кабелем питающий электроэнергией двигатель насоса. Дозировка регента осуществляется с помощью обычного УДЭ-27.

При применении УЭЦН с дозаторными установками для подачи химических реагентов на прием центробежного насоса, можно сделать следующие *выводы*:

• Способ дозирования химическими реагентами добывающих скважин при помощи дозаторных установок с капиллярными трубками вдоль НКТ технологический работоспособен.

• Ингибиторы против солеотложения «АЗОЛ-3010», «Ранскейл-4101» и «Ранскейл-4102» рекомендованы для проведения ОПИ.

• По результатам проведенного ОПИ, наблюдается возможность увеличения МРП работы скважин оборудованных УЭЦН более чем в 2 раза, при непрерывной дозировке ингибитора солеотложения с начала ввода УЭЦН в эксплуатацию. Так как без ингибирования снижение дебита жидкости по скважинам наблюдается уже с 20 -30 суток работы.

Рекомендации:

1. Продолжать увеличение количества скважин, оборудованных УЭЦН, так как она является рентабельным при сравнении с ШГНУ и экономический эффект от одной установки составляет 3 072 672,1 тенге/год при дополнительной добыче 1 тонны в сутки нефти;

2. Ингибиторы против солеотложения «АЗОЛ-3010» и «Ранскейл-4102», рекомендуется применять для предотвращения солеотложения путем постоянной дозировкой на прием насоса с помощью капилляров и дозаторных насосов.

3. Максимально увеличить дозаторными установками с подачей химического реагента на прием насоса через капиллярные каналы скважины, эксплуатируемые установками электроцентробежных насосов, где возможно отложение соли на подземном оборудовании.

4. При снижении дебита скважины по жидкости до 25 % от первоначального из-за солеотложения проводить обработку кислотной композицией согласно разработанной технологией «Обработка скважин методом кислотной ванны».

5. При отложении АСПО на НКТ периодически проводить спуск скребка с целью удаления отложений.

Для увеличения срока службы погружного электроцентробежного насоса при откачки пластовой жидкости с большим содержанием песка в конструкцию насоса могут быть внесены следующие изменения:

1. Чугунные рабочие колеса можно сменить пластмассовыми из полиамидной смолы или углепластика. Углепластика и полиамидная смола бывает стойких и твердых против износа свободным абразивом и не набухающей в воде.

2. Вместо одноопорной использовать двух опорную конструкцию рабочего колеса.

3. Текстолитовая опора колеса можно заменить резиновой, а в направляющем аппарате опорой для этой резиновой шайбы служит стальная термообработанная втулка.

4. Для снижения износа ступиц рабочих колес и вала можно ставить дополнительные и радиальные опоры, которые препятствуют изгибу вала при его вращении.

ЛИТЕРАТУРА

[1] В.Е. Кащавцев, И.Т. Мищенко Солеобразование при добыче нефти. – М.: 2004. – 432с.

[2] Богданов А.А. Погружные центробежные электронасосы для добычи нефти. М., Недра, 1986 г., 272 с.

[3] Отчет «Анализ результатов работ скважин, оборудованных УЭЦН на месторождении Узень», 2016 г.

[4] Киинов Л.К. Разработка месторождений парафинистых и вязких нефтей в Западном Казахстане. – Москва, 1996 г.

[5] Анализ аварийных отказов, обусловленных конструкциями скважины и установок погружных центробежных насосов /Р.Н. Пономарев, А.А. Ишмурзин //Нефтегазовое дело: Электронный архив http://www.ogbus.ru /authors/Ponomarev/PoQomarev-l.pdf. 03.07.2006.

[6] Александров В. Л. О надежности валов УЭЦН и выборе материалов для их изготовления // Нефтяное хозяйство. 2006. - №5. — с. 110-112.

[7] Совершенствование ремонтного производства УЭЦН в рамках требований международного стандарта ISO 9002 /Р.НЛономарсв, А.А.Ишмурзин //Проектирование и эксплуатация нефтегазового оборудования: проблемы и решения: материалы Всерос. науч.-практ. конф, -Уфа: Изд-во УГНТУ, 2004. -С .140-145.

Чажабаева М.М., Бердиханова А.К.

Өзен кен орынының эцсо сорғыш қондырғысында пайда болған тұзды тұндыруды алдын алу технологиясын әзірлеу

Түйіндеме. Ортадан тепкіш сорғыны қабылдау кезінде тұзды тұндыру ингибиторының тұрақты мөлшері арқылы жерасты жабдықтарын қорғау. Бұл әдіс сорғы қозғалтқыш үш фазалық кабельге параллель өтетін капиллярлы түтікпен сорғышқа ингибиторды жеткізу арқылы жүзеге асырылады. Осыған байланысты ЭЦСО-мен жабдықталған ұңғымалардың ЖАП-ды 2 еседен артық ұлғайтуға болады, бұл ЭЦСО-ды іске қосудан бастап тұзды тұндыру ингибиторының үздіксіз мөлшері болады.

Кілттік сөздер. ЭЦС, тұздарды тұндыру, ингибитор, мөлшерлеу.

Chazhabayeva M.M., Berdikhanova A.K.

The development of prevention technology of scaling on the pumping equipment ESPU Uzen deposit

Summary. Protection of underground equipment by constant dosage of scaling inhibitor to the inlet of a centrifugal pump. This method is accomplished by delivering the inhibitor to the pump with a capillary tube that runs parallel to the three-phase cable, which supply energy to the pump engine. Owing to this the possiblity to increase the TBR of the wells equipped with ESPU by more than 2 times, with a continuous dosage of the scaling inhibitor from the beginning of the ESPU commissioning.

Key words: ESP, scaling, inhibitor, dosage.

Ф.Ө. Маликова, Т.С. Картбаев, А.А. Досжанова
(Алматы энергетика және байланыс университеті,
Алматы, Республика Қазақстан)

АҚПАРАТТЫҚ-ӨЛШЕУІШ ТЕХНИКАСЫНЫҢ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ-АППАРАТТЫҚ КЕШЕНІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ

Түйіндеме: Бұл мақалада сұйық тағамдық өнімдерді өлшеуіш-мөлшерлеуіш кешенін жобалау және жүзеге асу үлгісі қарастырылған. Мобильді өлшеуіш аппаратының құрылым принциптеріне сараптама жүргізілген. Қолданылатын технологиялар мен ұсынылатын шешімдердің таңдауы негізделген.

Түйін сөздер: өлшеуіш, сұйық тағамдық өнімдерді өлшеуіш, мөлшерлеуіш кешені, модульдік құрылым, мобильді өлшеуіш аппараты.

Заманауи технологиялық процестерде басты назар әртүрлі қозғалмалы техногенді обьектілермен шығындалатын сұйықтықтардың көлеміне бақылау жүргізуге аударылған, сонымен қатар, әртүрлі өнімдер мен сұйық құрамы қолданылған технологиялық қоспалардың пайдаланылуына көңіл бөлінген.

Сұйықтықтың көлемін бақылауда нәтижелердің нақтылығы мен жарамды эксплуатациялық сипаттамаларын қамтамасыз ету маңызды.

Бұл мақалада өлшемелі технологиялық көлемдердің қолданылуымен жасалған сұйықтықтардың көлемді шығындалуының мобильді өлшеуіші түрінде орындалған сұйық тағамдық өнімдерді автомобильді өлшеуіш-мөлшерлеуіштің құрылу үлгісі ұсынылған.

Сұйықтықтың шығындарын мөлшерленген көлемдердің [1-6] көмегімен тура өлшеу әдісінің бақылауларын өңдеу мен берілген зерттеулер сараптамасы бұл проблеманы шешу қажеттілігін растайды.

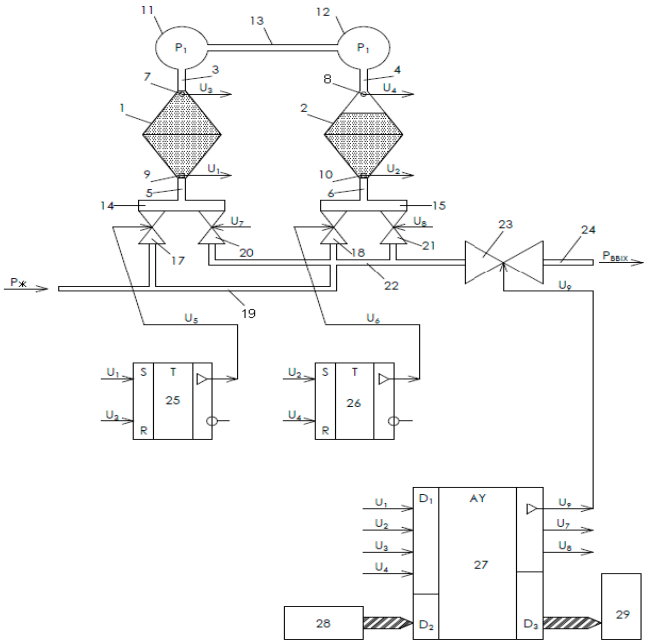
Берілген әдіс шағын ресурстық шығындармен мейілінше жоғарғы өлшеу дәлдігіне қол жеткізуге және сұйықтықтардың ауқымды бақыланатын көлемдерінің сапасының жақсаруы мен сұйық тағамдық өнімдердің тұтынуы және өндірісінің әртүрлі салаларында сан миллиондаған үнемге қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Сұйықтықтың көлемді шығынын мобильді өлшегіштің (СКШМӨ) [6] жүзеге асырылу негізіне мөлшерлеуіш сыйымдылық, екі мөлшерлеуіш көлем, жаймалағыш, мөлшерлеуіш көлемдерді мерзімді толтыру және босату процессі салынған. СКШМӨ-нің құрылымы 1-суретте көрсетілген.

Оның құрамына 1 және 2 екі конус тәрізді өлшеуіш сыйымдылықтар кіреді, олардың жоғарғы жағында 3...6 жалғастықтары орнатылған, олардың өлшеуіш сыйымдылықтардың жоғарғы жағына жалғасқан жеріне сәйкесінше 1 және 2 өлшеуіш сыйымдылықтарының 7 сигнализаторы және 8 толтырғышы және 9 сигнализаторы мен 10 босатқыштары орнатылған. 3 және 4 жалғастықтарына 13 түтігімен жалғасқан 11 және 12 сыйымдылықтарының құрамындағы рессивер қосылған. 5 және 6 жалғастықтарына сәйкесінше 14 және 15 енгізіп-шығаратын үшпозициялы электрқақпақшалары жалғастырылған. 17 және 18 электрқақпақшаларының кіріс қондырғысының 19 кірістік коллекторына жалғастырылған. 14 және 15 электрқақпақшаларының 20 және 21 шығыстары 22 коллекторының шығысына жалғастырылған, ол шығысқа қондырғының 24 шығыс келте құбырымен 23 ілмекті электрқақпақшасы қосылған.

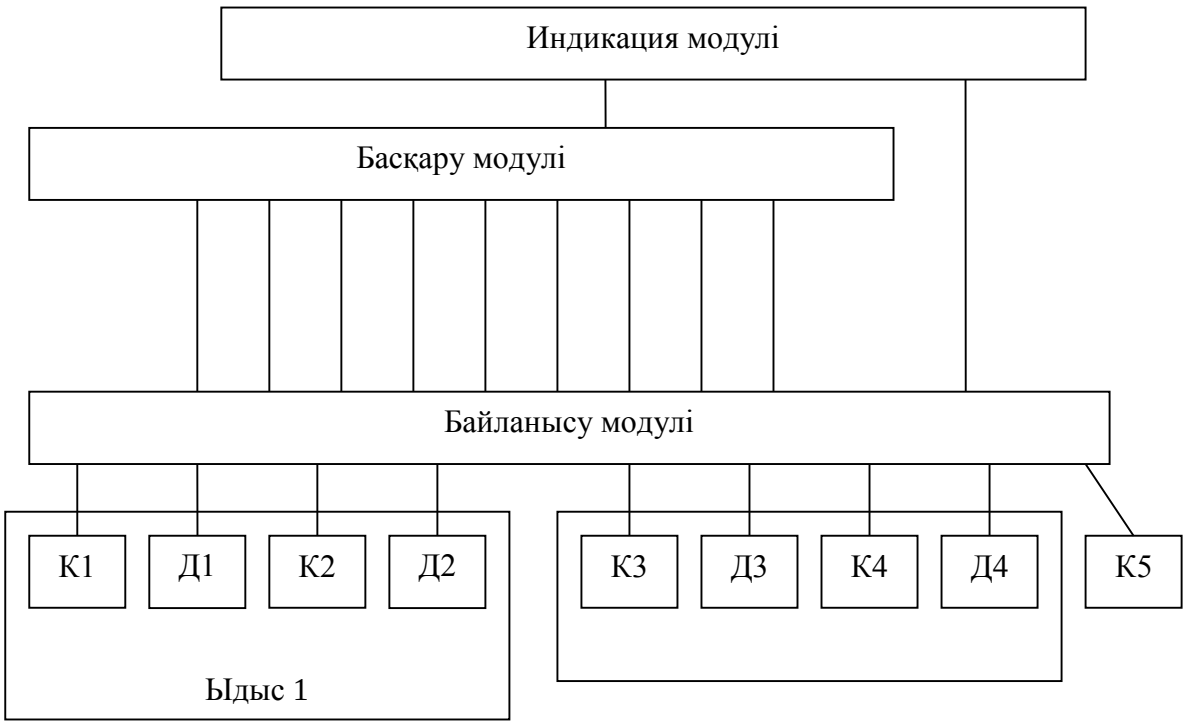
14 және 15 электрқақпақшаларының 17 және 18 ауыздары сәйкесінше 25 және 26 триггерлердің қуатты шығыстарына қосылған. 25 триггерінің кірісі 1 өлшеуіш сыйымдылығының 7 және 9 сигнализаторларының шығысына, ал 26 триггерінің кірісі 2 өлшеуіш сыйымдылығының 8 және 10 сигнализаторларының шығысына қосылған. 23 ілмекті электрқақпақшасын басқару кірісі 27 микропроцессордың бірінші қуатты шығысына қосылған, ал 27 микропроцессордың екінші және үшінші қуатты шығыстары сәйкесінше 14 және 15 үш позициялы электрқақпақшалардың 20 және 21 шығыстарын басқару кіріс-

теріне қосылған. 27 микропроцессордың сандық кірістерінің D_1 бірініш тобына 3...6 сигнализаторларының шығысы, ал D_2 екінші тобына 28 пернетақтасы, ал 27 микропроцессордың сандық кірісінің D_3 үшінші тобына қондырғыны бақылау нәтижесі және режимі 29 индикаторы/регистраторының кірісі қосылған.



1-сурет. Сұйықтықтың шығынын өлшеуге арналған қондырғының құрылымы

Аппаратты-бағдарламалық кешен СКШМӨ түпнұсқалық жалпы құрылымынан бөлек, ертеден белгілі техникалық шешімдер қолданылған үлгі ретінде жүзеге асырылған [7-10]. Әрекеттегі үлгінің құрылымы 2-суретте көрсетілген.



2-сурет. Әрекеттегі үлгінің құрылымы

ARM процессорлары табысты 32 биттік енгізілген жүйелердің үлкен саны үшін негізгі компоненті болып табылады. ARM процессорлары кеңінен ұялы телефондар, планшеттер мен басқа портативті құрылғыларда қолданылады. ARM RISC-сәулет негізінде құрылғандықтан, процессордың энергияны үнемдеуіне мүмкіндік береді. Осылайша оларды енгізілмелі жүйелердегі тамаша таңдау етеді. ARM RISC-сәулет негізінде болғанымен, олар толығымен осындай жүйелердің принциптерін қайталамайды. Енгізілген жүйелерде пайдалану үшін ARM-ді қолайлы ету үшін, RISC қағидаттарына қарсы баруға тура келді:

1. Қарапайым нұсқауларды орындауға арналған циклдар саны. Қарапайым ARM нұсқаулары бірден артық цикл орындауды талап етуі мүмкін. Мысалы, Жүктеу және Сақтау нұсқауларын орындау оларға берілетін регистрлер санына байланысты.
2. Ауысу және Айналу командалары Өңдеу командасымен бірітіру мүмкіндігі бұйырады.
3. Шартты орындау - нұсқау ерекше шарттар орындалған жағдайда ғана орындалады. Бұл өнімділікті арттырады және операторлық тармақтардан құтылу мүмкіндік береді.

Басқару модулі ретінде STM32F429-DISCO түзеткіш тақташасын таңдауымызға негіз болған келесі қасиеттері болды:

– жоғары өнімділік (бүкіл периферия мен графикалық интерфейсті жоғары деңгейде басқаруға мүмкіндік береді);

– түзетулер мен қосалқы элементтердің болмауы (макеттің басқару модуліне қажетті TFTLCD дисплейі, кернеу тұрақтандырғышы, жарық шығаратын диодтар, батырмалар және т.б. сияқты барлық элементтер бір тақташада орналастырылған);

– бағдарламалық қамтаманы (БҚ) құруға кететін уақыттың ықшамдылығы (бағдарламалық кітапханалар мен түзеткіш тақтайшаның жұмыс істеу мысалдарын еркін қолдануға болады);

– ары қарай құрып жетілдірудің перспективалылығы (қазіргі кездегі арзан өндірістік микроконтроллер осындай мобильді жүйелерде қолдануға арналып жасалған);

– кең спектрлі қолданыс үшін бағасының төмендігі (түзеткіш тақташаның құны - 80$-ға дейін, микроконтроллер құны –20$-ға дейін);

– функционалдылықты арттыру мүмкіндіктерінің көптігі (тақташада берілген жұмыста іске қосылмаған, бірақ бұдан ары қарайғы өңдеулерде тиімді қолдануға болатын 3-осьті акселерометр, температура тетігі сияқты элементтер бар).

STM32F429 микроконтроллерін бағдарламалау кезінде SEGGER фирмасының *J-Link эмуляторы* қолданылды. Бұл USB шинасынан қоректенетін JTAG эмуляторы, ол көптеген CPU ядроларды қолдайды. 32-разрядты RISC CPU-ға негізделе отырып, ол қолданылатын барлық CPU-лармен жоғары жылдамдықта деректер алмаса алады. J-Link өңдеу және өндіру (flash-жадыны бағдарламалау) мақсатында бүкіл дүние жүзі бойынша ондаған мың жерде қолданылады. J-Link EDU эмуляторын IAR EWARM, KEIL µVision, RowleyCrossworks және CodeSourcery G++ қолдайды. GDB-Server көмегімен оның қолдайтын БҚ қатарына AtollicTrueStudio, Yagarto және GDB-ға негізделген тағы басқа бағдарламалар кіреді.FlashBreakpoints функциясы қолданушыға түзетілетін микросхеманың ішкі flash-жадысына саны жағынан шексіз тоқтау нүктелерін орнатуға мүмкіндік береді.

СКШ мобильді өлшегішінің аппаратурасы басқару модулінің сұлбасы 3 - суретте көрсетілген. Сұлбаның *A1, A2 блоктары* магниттік қалқыма күйінің герконды тетіктері болып табылады . SF1, SF2 герконды тетіктері 1-резервуардың шкаласының жоғарғы және төменгі жақтарына орнатылады, SF3, SF4 геркондары сәйкесінше 2-резервуарға орнатылады. КЭМ-2 маркалы геркондар қолданылды, бірақ коммутацияланатын кернеудің төмендігіне байланысты осыған ұқсас ауысу уақыты бар басқа типті геркондарды қолданса болады.

Біріншіден, геркондардың қолданылуы олардың қолданушыларға беретін артықшылықтарымен байланысты:

– толық герметикалық байланыстың арқасында геркондар жоғары ылғалдылық жағдайларында және шаң-тозаңды жерлерде жұмыс температураларының кең диапазонында қолданыла алады(-60°C...+150°C);

– жоғары жылдамдық, 0.5-ден 1.5 мс-ке дейін;

– тұтылатын қуаттың аздығы, 50-ден 200 мВт-қа дейін;

– байланыс кедергісінің төмендігі, 0.1 Ом;

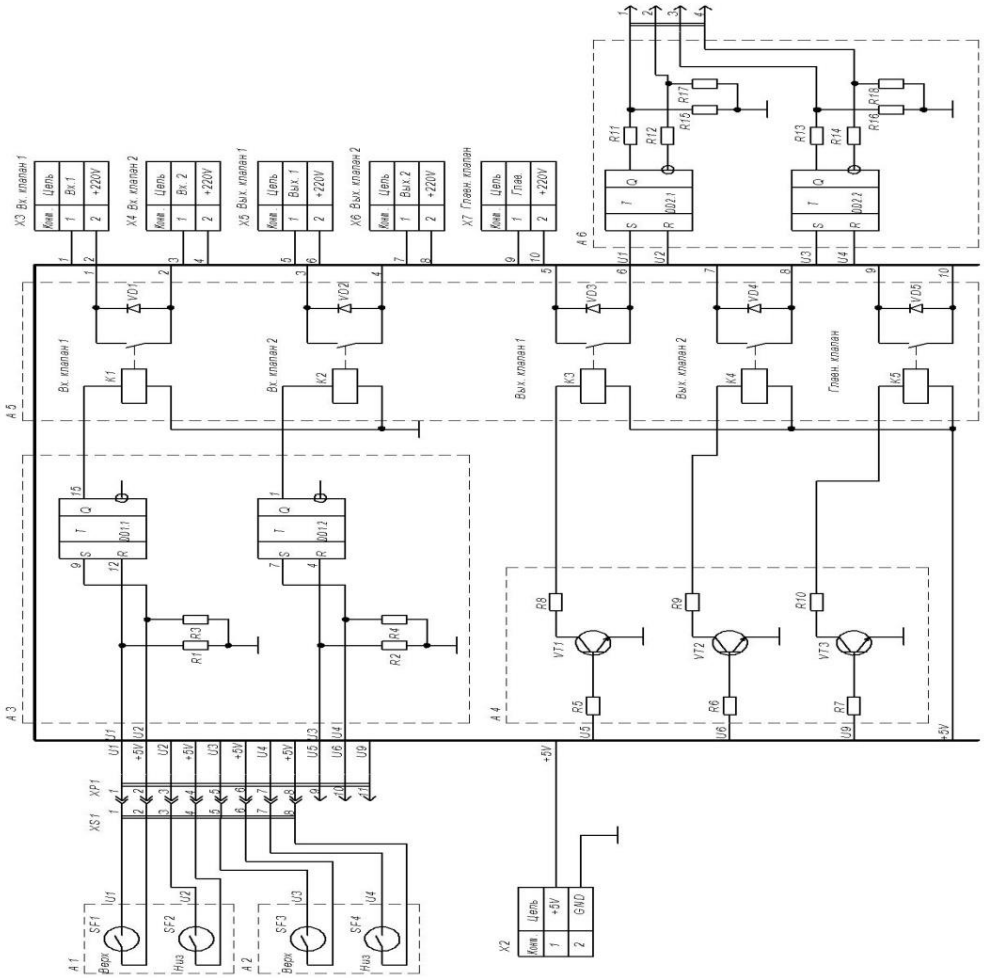
– жоғары механикалық төзімділік – соққылық жүктемелер 500 g-ге дейін;

– ұзақ қызмет ету мерзімі, 10 млн. іске қосылулар және одан да көп.

А3 және А6 блоктарының негізін CD4027BE сериялы микросхемалар құрайды. CD4027BE микросхемасы орнату мен қайта бастаудың асинхронды кірістері мен фазаға қарсы шығыстары бар екі екі

сатылы (master-slave) JK-триггер болып табылады CD4027BE микросхемасының екі сатылы JK-триггері келесідей жұмыс істейді: орнтаудың (S) және қайта бастаудың (R) кірістері синхрондау импульстарына тәуелді емес, яғни асинхронды болып табылады. Олар активті жоғары деңгейге ие (лог."1"). R-ң немесе S-ң кірістерінің біріне жоғары деңгейдің келіп түсуі JK-триггердің екі сатысына да басқа кірістердің күйіне қарамастан, сәйкесінше "0" немесе "1" орнатады (3.3-кесте). C кірісіндегі синхрондау импульсінің ұзақтығы 170 нс-тан кем болмауы керек, фронт айналымы 5 мкс болуы тиіс. S және R кірістеріндегі импульстардың ұзақтығы 120 нс-тан кем емес. Берілген жағдайда CD4027BE микросхемасы асинхронды RS-триггер режимінде қолданылады, себебі оны басқа режимдерде қолдану үшін тактілік импульстер генераторын қолдану керек болады, ал бұл сұлбаны негізсіз күрделендіріп, қосалқы компоненттерді қолдануға және дайын құрылғының көлемін үлкейтуге алып келер еді. Алайда, осындай типті триггерлерді қолдану арқылы қажет жағдайда сұлбаның жұмыс логикасын қайта құруға болады.

А3 блогы 1 және 2-резервуарлардың кіргізуші электр қақпашаларын басқаруға арналған. А3 блогының R1-R4 резисторлары қажетті нөл деңгейін қамтамасыз ету үшін триггерлердің кірістерін жерге тартуды қамтамасыз етеді. А6 блогының DD2 микросхемасының кірістері А3 блогының DD1 микросхемасына параллель жалғанған, бұл қосудың мақсаты DD1 микросхемасының триггерлерінің шығыстарының жүктемесін азайту болып табылады, себебі А6 блогы микроконтроллер тақташасына сигналдарды беруді жүзеге асырады, R11-R15, R12-R17, R13-R16, R14-R18 резистор жұптары кернеуді резисторлық бөлгіштер болып табылады, олардың бөлу коэффициенті К=2 және олар электр қақпақшаларын басқару модулінің +5В және микроконтроллер тақташасының +3В тізбектерінің логикалық деңгейлерін келістіруге арналған.



3-сурет. Сұйықтықтың көлемді шығынын мобильді өлшегішнің аппаратурасының кернеулерін басқару модулінің сұлбасы

А4 блогы 1,2-резервуарларының шығарушы қақпақшаларын басқаруға арналған және микроконтроллер тақташасының +3В және электр қақпақшаларын басқару модулінің +5В тізбектерінің логикалық деңгейлерін жоғары деңгейде келістіруін қамтамасыз ететін 3 транзисторлы кілт болып табылады. n-p-n құрылымды биполярлы транзисторлар қолданылады, бірақ логикалық деңгеймен басқарылатын өрістік транзисторларды да қолдануға болады.

А5 блогы +5В логикалық деңгейімен басқарылатын қалыпты ажыратылған 5 қатты денелі CPC1035N релесі болып табылады.

Ары қарай MIORG кешенінде бағдарламалық қамтаманы сипаттауға көшеміз.

U1, U2, U3, U4 үшін "1" ретінде сұйықтық деңгейінің шекаралық мәні іске қосылған кездегі тетік сигналын алайық және "0" ретінде сигналдың басқа мәндерін алайық. Сондай-ақ U5,U6,U7,U8,U9 үшін "1" ретінде қақпақшаның «ашық» күйін және "0" ретінде қақпақшаның жабық күйін алайық.

Осылайша, басқару модулі үшін кіріс сигналдар төртеу U1, U2, U3, U4 және шығыс сигналдары бесеу болады U5, U6, U7, U8, U9.

Басқару модулі келесі тапсырмаларды орындайды:

– қақпақшаларды ауыстыру және батырмалардың күйін талдау үшін кіріс/шығыс порттарын басқару;
– 4 тетіктен өлшемдерді алу үшін аналогтық-сандық түрлендіргіштің (АСТ) төрт каналын басқару;
– индикация модулін басқару;
– дисплейдің сенсорлы бетін басу кезіндегі оқиғаларды өңдеу;
– ядроға жүктеме түсірмей деректерді жинау үшін жадыға (DMA) тікелей кіруді ұйымдастыру;
– дыбыстық сигнал жүйесі үшін сандық-аналогтық түрлендіргішті (САТ) басқару;
– жұмыс уақытын бақылау үшін таймерлерді басқару,
– қуатты үнемдеу режимінен шығу үшін және батырмаларды басу кезіндегі оқиғаларды өңдеу үшін сыртқы үзулерді басқару.

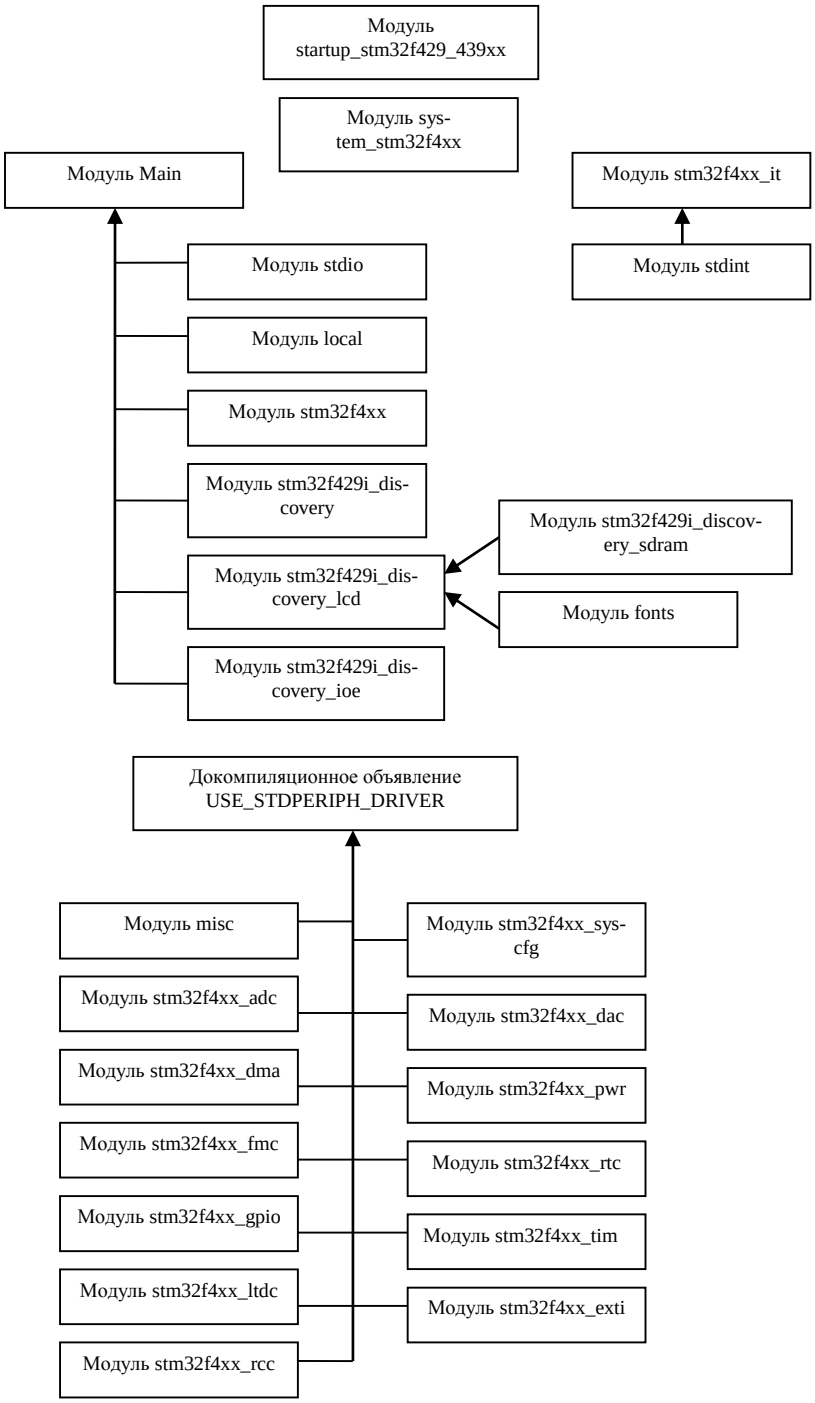
IAR Embedded workbench интеграцияланған жобалау ортасы микроконтроллерларға арналған қосымшаларды жобалау мен реттеуге арналған кәсіби орта болып табылады. Ол кіріктірмелі микроконтроллерлық құрылғылар мен жүйелерге арналған C/C++ компиляторларды жасауда жиырма жылдан артық үзік компаниялардың қатарында келе жатқан IAR Systems компаниясында жасалынған.

Пакеттің негізгі артықшылықтары – ыңғайлы пайдаланушы интерфейсі және генерацияланатын кодты оңтайландыру мүмкіндігі. Одан басқа нақты уақыттың түрлі операциялық жүйелері мен басқа компаниялардың JTAG-адаптерлерін қолдау мүмкіндігіне ие.

Бағдарламалық ортаның құрамы:

1. C/C++ компилятор – өз арасында ең тиімділердің бірі болып саналады. Оның ішінде ANSI C-ді толық қолдау мүмкіндігі де бар.
2. Құрамына нақты уақыт бағдарламаларына арналған макроассемблер мен C/C++ компиляторға арналған препроцессор кіретін ассемблер трансляторы.
3. Ішкі схемалық эмуляторлармен бірігіп пайдалану үшін отыздан артық шығыс форматтарын қолдайтын құрастырғыш.
4. Си тілінің синтаксисіне ыңғайланып бапталған және ыңғайлы пайдаланушы интерфейсі бар текстік редактор, бағдарламалық кодтың қателерін автоматты түрде табу, бапталатын құралдар тақтасы, блоктардың артқы жарығы ішкі бағдарламалардың, макростар мен ауыспалы бағдарламалардың аттары бойынша ыңғайлы бағытталуы.
5. Си кодтары мен ассемблерде симулятор мен реттегіштің болуы. Реттегіш EEPROM, DATA, CODE облыстарын, кіріс/шығыс регистрлерін қарауға, аппаратты жалаушаларды орнату, үзілулерді алдын ала болжай отырып өңдеу. Сонымен қатар ағып кету мен кез келген жергілікті ауыспалыларды бақылау, бағдарламаның әр сатылы орындалуы қарастырылған. Реттегіштің типі мен баптаулары жоба қасиеттерінде орнатылады. Егер реттегіш жоқ болса оның орнына симулятор келеді, бірақ ол процессор жұмысын эмуляциялай алмайды.
6. Жұмысшы модульдерді бақылау мен басқаруды жеңілдететін жоба менеджері.
7. Оңтайландырылған CLIB/DLIB кітапханамен жұмыс істейтін қосымша утилиттер.
8. IAR құрылымында өңдеу жобасы.
9. MIORG модульдік құрылымның кешені.

Сұйықтықтың көлемді шығынын мобилді өлшеуіш жобасының құрылымы схема түрінде 5 - суретте көрсетіліп отыр.



5-сурет. MIORG жобасының құрылымы

Мақалада мобильді өлшеуіш аппараттарын құру принциптеріне шолу жүргізілді, ұсынылатын шешімдер мен қолданылатын технологияларды таңдауға негіз жасалынды. Программалық қамтама, оның функционалдық және құрылымдық аспектілері қарастырылды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Харитонов П.Т. Устройство для измерения объемного расхода топлива. Патент RU №2282828 от 27.02.2006.

[2] Svistunov B.L., Kharitonov P.T. Measuring instrument of a volume consumption of liquids method of a measured hydraulic cylinder. Collection of papers of articles and theses of reports of international conference and INVENTIKA 2010 exhibition. Romania, Yassa, June 2010, page 107.

[3] Харитонов П.Т. Автомобильный расходомер топлива. Патент RU №2390651 от 27.05.2010 г.

[4] Svistunov B. L. Kharitonov P. T. Sposob's and system of high-precision measurement of volume fuel

consumption. Catalog of the international Salon "ARCHIMEDES - 2010", Moscow, 2010, page 94

[5] Ахметов Б.Б., Артамонов П.И., Харитонов П.Т. Измеритель объемного расхода жидкости // «Вестник КазНТУ имени К.И. Сатпаева, 2012, №4.

[6] Заявка №2013/1900.1 от 13.12.2013 на инновационный патент KZ.Устройство для измерения расхода жидкостей /Б.С.Ахметов, Ф.У.Маликова, П.Т. Харитонов. – 2013.

[7] Федосеев С. По крутым траекториям. Журнал "Вокруг света" №4 (2823), Апрель 2009.

[8] Монетчиков С. Дворник" для чистки окопов, Журнал «Арсенал», октябрь 2007, Сайт:http://www.bratishka.ru/archiv/2007/10/2007_10_11.php

[9] Афанасьев Н. Приспособление для предотвращения двойного заряжания миномета, Описание изобретения к авторскому свидетельству, заявка № 9116/334983 от 22 сентября 1944г. в Народный Комиссариат обороны СССР.

[10] Никулин С. Датчики. Электротехническая энциклопедия, №16. УО "Гомельский государственный политехнический колледж, Сайт:http://www.electrolibrary.info/subscribe/sub_16_datchiki.htm

[11] MATLAB. Release 11 New Features. The Math Works, Inc., 1999.

[12] Хартов В. Я. Микроконтроллеры AVR. Практикум для начинающих, 2-е издание. МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2012. Сайт: http://progbook.ru/programmirovanie-mikrokontrollerov

[13] Бродин В. Б., Шагурин И. И. Микроконтроллеры. Архитектура, программирование, интерфейс. Изд. ЭКОМ. 1999.

[14] Михаил Гук. Аппаратные интерфейсы ПК. Энциклопедия. ПИТЕР. 2002.

[15] Баранов В.Н. Применение микроконтролеров AVR: схемы, алгоритмы, программы, 2-е издание. //Изд. Додэка XXI. 2002.

[16] Майкл Предко. Справочник по PIC-микроконтроллерам// ДМК Пресс, Додэка XXI. 2002.

[17] Пей Ан. Сопряжение ПК с внешними устройствами// ДМК Пресс. 2003.

[18] А.Е. Васильев. Микроконтроллеры. Разработка встраиваемых приложений БХВ-С. - Петербург. 2008.

[19] Ю. Ревич. Практическое программирование микроконтроллеров Atmel AVR на языке ассемблера. БХВ-С. - Петербург. 2011.

[20] Ю. Шпак. Программирование на языке. С для AVR и PIC микроконтроллеров, 2-е издание. Корона-Век, МК-Пресс. 2011.

Маликова Ф.У., Картбаев Т.С., Досжанова А.А.

Исследование и реализация программно-аппаратного комплекса информационно-измерительной техники

Резюме: В статье рассматривается проектирование и реализация комплекса информационно-измерительной техники для измерения пищевых жидкостей. Проведен анализ принципов построения аппаратов мобильного измерителя. А также, основан выбор предлагаемых решений и технологий.

Ключевые слова: измеритель, измерение пищевых жидкостей, измерительный комплекс, модульная структура, мобильные устройства измерения.

Malikova F.U., Kartbayev T.S., Doszhanova A.A.

Research and implementation of software and hardware appliance of information and measuring equipment

Summary. The article discusses the design and implementation of information and measuring equipment for liquid foods. The analysis of the principles of mobile measuring devices design is carried out. Also, the proposed solutions and technologies are explained.

Keywords: measuring instrument, measurement of food liquids, measuring system, modular structure, mobile measurement device.

УДК 681.7.068

A.U. Kalizhanova, G.B. Kashaganova, S.N. Amirgaliyeva, W. Wojcik, P. Kisala
(1Institute of Information and Computing Technologies
KN MES RK, Almaty, Republic of Kazakhstan
2Kazakh National University named after Al-Farabi,
Almaty, Republic of Kazakhstan
3Kazakh-American University, Almaty, Republic of Kazakhstan
4 Suleyman Demirel University
5 Lublin Technical University, Lublin, Poland
kalizhanova_aliya@mail.ru, guljan_k70@mail.ru)

EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE SPECTRAL CHARACTERISTICS OF FIBER SENSORS ON THE BASIS OF BRAGG FIBER GRATINGS

Abstract. The use of sensors based on Bragg fiber gratings is one of the promising methods for measuring temperature, pressure and other physical quantities. The spectral characteristics of fiber sensors are considered in the article. The effect of temperature on the spectral characteristics of Bragg fiber gratings is experimentally studied. Based on the results of the study, it was concluded that fiber-optic sensors based on Bragg gratings can be used to measure temperature.

Key words: temperature, fiber optic sensors, Bragg fiber grating, Bragg wave length.

А.У. Калижанова [1,2], Г.Б. Кашаганова [1,3], С.Н. Амиргалиева [1,4], В. Вуйцик [1,5], П. Кисала [1,5]
([1]Институт информационных и вычислительных технологий
КН МОН РК, Алматы, Республика Казахстан
[2]Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан
[3]Казахско-Американский университет, Алматы, Республика Казахстан
[4] Университет имени Сулейман Демиреля
[5] Люблинский технический университет, Люблин, Польша
kalizhanova_aliya@mail.ru, guljan_k70@mail.ru)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЛОКОННЫХ ДАТЧИКОВ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОННЫХ РЕШЕТОК БРЭГГА

Аннотация. Применение датчиков на основе волоконных решеток Брэгга, является одним из перспективных методов измерения температуры, давления и других физических величин. В статье рассмотрены спектральные характеристики волоконных датчиков. Экспериментально исследовано влияние температуры на спектральные характеристики волоконных решеток Брэгга. На основании полученных результатов исследования был сделан вывод, что волоконно-оптические датчики на основе решеток Брэгга можно использовать для измерения температуры.

Ключевые слова: температура, волоконно-оптические датчики, волоконная решетка Брэгга, длина волны Брэгга.

В настоящее время волоконные решетки Брэгга (ВРБ) рассматриваются как один из наиболее перспективных чувствительных элементов волоконно-оптических датчиков физических, химических и других величин. К числу их основных преимуществ можно отнести: высокую чувствительность, защищенность от воздействия электромагнитных полей, надежность, воспроизводимость и широкий динамический диапазон измерений, высокую коррозионную и радиационную стойкость, малые габариты и вес.

Плоскости решетки являются объектом температурных и механических волнений. Так как стекло подвержено температурным и механическим воздействиям, то и записанные на нем решетки тоже. При изменении внешнего воздействия меняется условие фазового синхронизма, что приводит к перестройке длины волны отражения. Таким образом, отслеживая длину волны, на которой происходит брэгговское отражение, можно получить величину внешнего волнения. Эта функциональность отвечает цели волоконно-оптических датчиков: иметь структуру на сердцевине волокна, которая обеспечивает абсолютный механизм считывания.

Резонансная длина волны $\lambda_{ВБ}$ зависит от температуры световода и от приложенных к нему механических растягивающих или сжимающих напряжений. Это обстоятельство лежит в основе использования ВРБ в качестве чувствительных элементов датчиков физических, химических и других величин. Резонанс ВРБ, который определяется центральной длиной волны обратно отраженного от решетки Брэгга (РБ) излучения, зависит от эффективного показателя преломления (далее ЭПП) сердцевины и от периода решетки. ЭПП, как и периодическое расстояние между плоскостями решетки, будут подвержены влиянию механических и температурных изменений. Эти влияния в свою очередь являются основой использования волоконных решеток Брэгга для измерения напряжения и температуры. Используя условие Брэгга первого порядка, получим сдвиг резонансной длины волны из-за механических и температурных изменений:

$$\Delta\lambda_{BG} = 2\left(\Lambda\frac{\partial n_{eff}}{\partial l} + n_{eff}\frac{\partial\Lambda}{\partial l}\right)\Delta l + 2\left(\frac{\partial n_{eff}}{\partial T} + n_{eff}\frac{\partial\Lambda}{\partial T}\right)\Delta T\,, \tag{1}$$

Первый член в формуле (1) описывает влияние деформации растяжения на оптическое волокно. Он отвечает за изменение пространства между плоскостями РБ и за механо-оптическое изменение показателя преломления (ПП). Это слагаемое может быть записано так:

$$\Delta\lambda_{BG} = \lambda_{BG}\left\{1 - \left[\frac{n_{eff}^2}{2}\left(p_{12} - \nu\left(p_{11} + p_{12}\right)\right)\right]\right\}\varepsilon_z\,, \tag{2}$$

Второй член в выражении (1) описывает влияние температуры на оптическое волокно. Брэгговская длина волны смещается из-за изменений условия Брэгга под действием двух факторов: во-первых, термическое расширение изменяет расстояние между плоскостями решетки; а во-вторых, под действием температуры меняется ЭПП и, как следствие, изменяется оптический путь световой волны. Основной вклад в сдвиг брэгговской длины волны вносит второй фактор. Этот фрагментарный вклад в сдвиг резонансной длины волны может быть записан как:

$$\Delta\lambda_{BG} = \lambda_{BG}\left(\alpha_\Lambda + \alpha_n\right)\Delta T\,, \tag{3}$$

Откуда можно легко получить температурную чувствительность нашей решетки:

$$\frac{\Delta\lambda_{BG}}{\Delta T} = \lambda_{BG}\left(\alpha_\Lambda + \alpha_n\right), \tag{4}$$

где α_Λ– тепловой коэффициент расширения;

α_n – термооптический коэффициент.

Типовые значения этих параметров для оптического волокна [3]: $\alpha_\Lambda = 0{,}55\cdot10^{-6}$ для плавленого кварца, $\alpha_n = 8{,}6\cdot10^{-6}$ для оптического волокна с легированным германием.

Рассмотрим влияние температуры на спектральную характеристику волоконной решетки Брэгга. Влияние температуры на оптическое волокно описывается формулой (3).

Для выполнения поставленной задачи была собрана установка, которая показывает влияние температуры в различных диапазонах на спектральные характеристики волоконных решеток Брэгга. На рисунке 1 представлена схема и фотография испытательного стенда.

Стенд состоит из следующих компонентов:

– оптического анализатора спектра;

– SLED источника;

– показателя температуры;

– установка контроля температуры;

– волоконной решетки Брэгга.

Измерения проводились в два этапа: первое при равномерном нагреве всей решетки и определенной точке решетки.

Погрешность прибора измерения температуры не превышает ± 0,5 °С при температурах в диапазоне от 18°С до 135°С. Также этот стенд может проводить испытания при низких температурах. Это можно реализовать с помощью жидкого азота и воздействия нагревательного элемента. Решетка нагревается резистивной нагревательной пластиной. Размер поверхности нагрева составляет 47см×19см. Контроль температуры обеспечивает автотрансформатор. Условия окружающей среды:

– рабочая температура: от +5 до +40 ° С;
– температура хранения: от -5 до +40 ºС;
– влажность макс 70% относительной влажности.

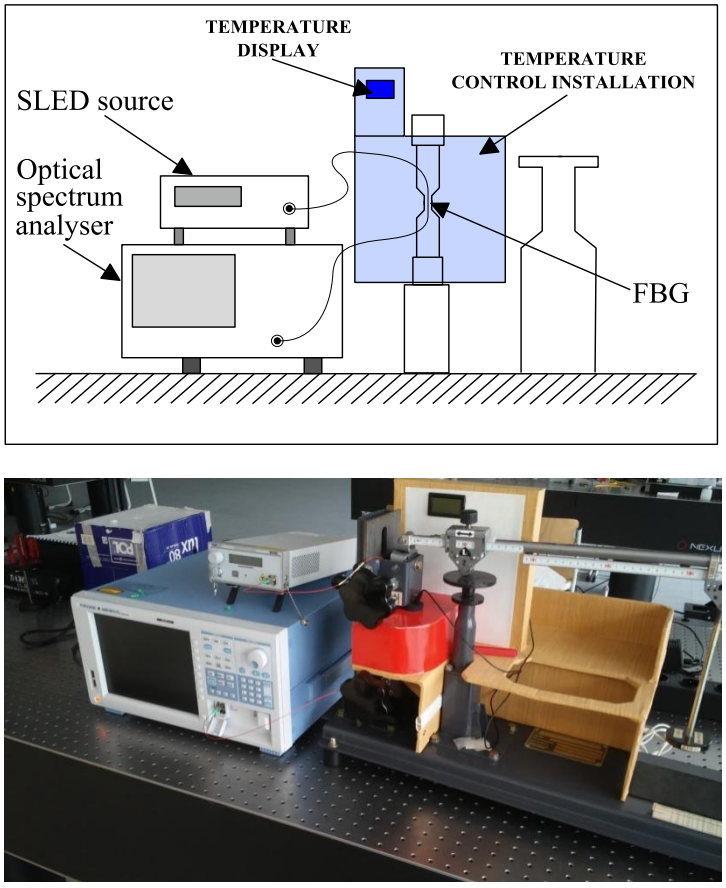


Рис. 1. Структурная схема и фотография испытательного стенда

При исследовании также использовали анализатор спектра AQ-6315B компании ANDO, который является ключевым элементов при снятия спектральных характеристик решеток при разных температурах. Ниже выбираются технические параметры:

– диапазон измеряемых длин волн: 350 - 1750нм;
– точность измерения длины волны: ± 0,05 нм (25 ± 5°С, 10/125 SM),
± 0.05нм (1510 – 1570нм, 10/125SM);
– воспроизводимость измерений λ:± 0,005нм (1 минута)
– разрешение λ: 0.05 - 10 нм.

Исследование было проведено на трех решетках Брэгга, которые отличаются друг от друга λ_{BG}. Параметры решетки показаны ниже:

– Брэгг волны 1531; 1554,4; 1566,5 нм;
– длина решетки: 10 мм;
– тип решетки: аподизированная;
– максимальное напряжение: +/-1000με;
– спектр отражающий: <0,25 нм в 3 дБ;
– отражательная: 70- 90%;
– пропускная способность (отражение) на -0.5 дБ: <0,12нм;
– пропускная способность (отражение) на -25 дБ: 0,5 нм;

– спектр пропускания: <0,25 нм в 3 дБ.

Каждая спектральная характеристика ВРБ была установлена в тысячу точек. На основе экспериментальных измерений были построены спектральные характеристики и получены значения длины волны Брэгга для каждого значения температуры. Исходя из этого, в зависимости от температуры был получен график длины волны Брэгга. Анализ диаграмм показывает, что значение длины волны Брэгга увеличивается с увеличением температуры, о чем свидетельствуют цифры в таблице 1, результаты измерений и график (рисунок 2), показывающий зависимость длины волны Брэгга от температуры. Исследование показывает, что среднее изменение длины волны Брэгга составляет 0,01075 нм / 1°С.

Таблица 1. **Зависимость длины волны Брэгга от заданной температуры**

λ_B[nm]	T [^{0}C]
1527,83	18
1528,022	30
1528,022	35
1528,117	40
1528,143	45
1528,242	50
1528,243	55
1528,3	60
1528,369	65
1528,42	70
1528,49	75
1528,527	80
1528,582	85
1528,608	90
1528,675	95
1528,733	100
1528,778	105
1528,82	110
1528,877	115
1528,955	120
1529,005	125
1529,093	130
1529,097	135

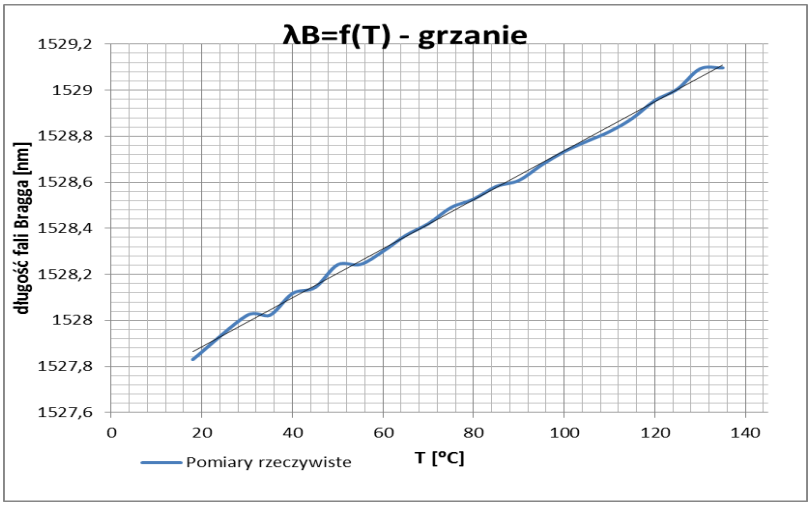


Рис. 2. Зависимость длины волны Брэгга от температуры

График рисунка 2 показывает зависимость длины волны Брэгга от значений конкретных температур, для которых были сделаны измерения. График показывает, что линейность длины волны Брэгга сдвигается к более длинным волнам при повышении температуры. На основе сохраненной таким образом зависимости была определена температурная чувствительность решетки. Вдоль графика, содержащего фактические измерения, была введена линия тренда, которая доказывает линейность изменений длины волны Брэгга.

Далее на рисунках приведены результаты измерений, полученных в результате эксперимента. В силу большого количество полученных результатов в лабораторных условиях, для сравнения приведем несколько графиков измерений при различных температурах.

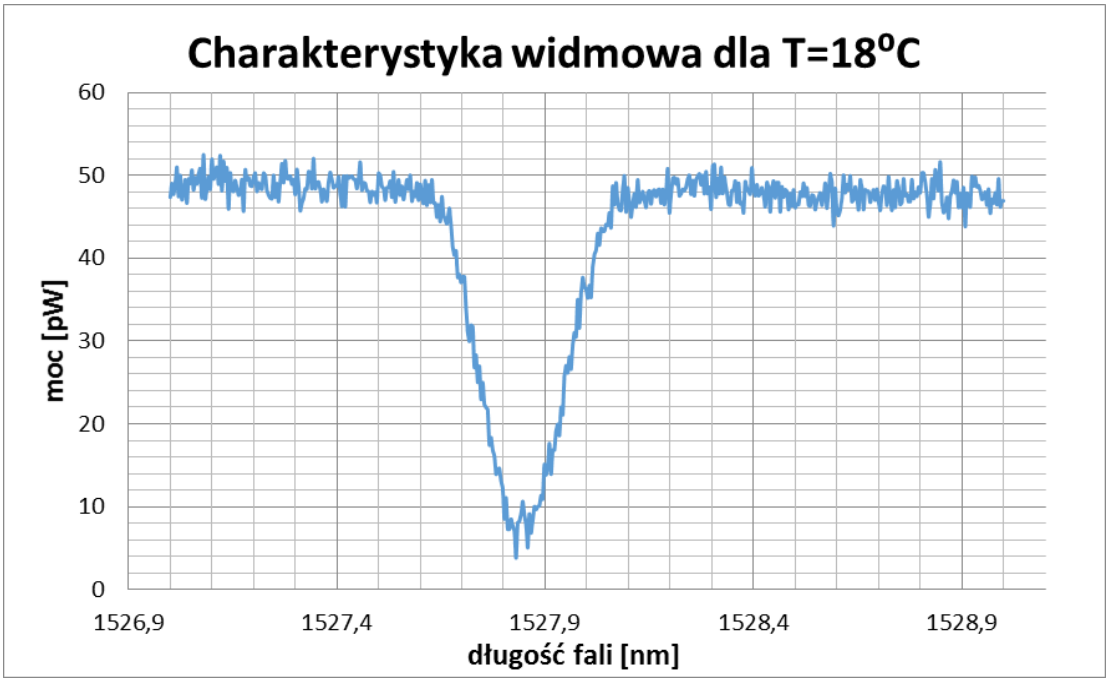


Рис. 3. Спектральные характеристики ВРБ при температуре T=18°C

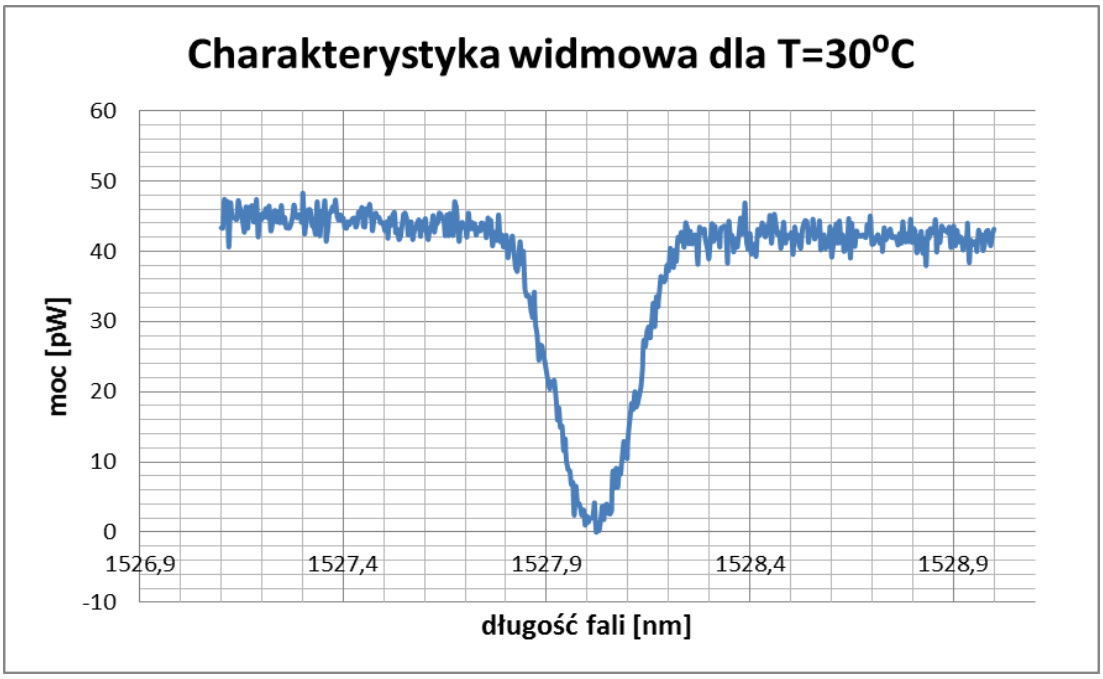


Рис. 4. Спектральные характеристики ВРБ при температуре T=30°C

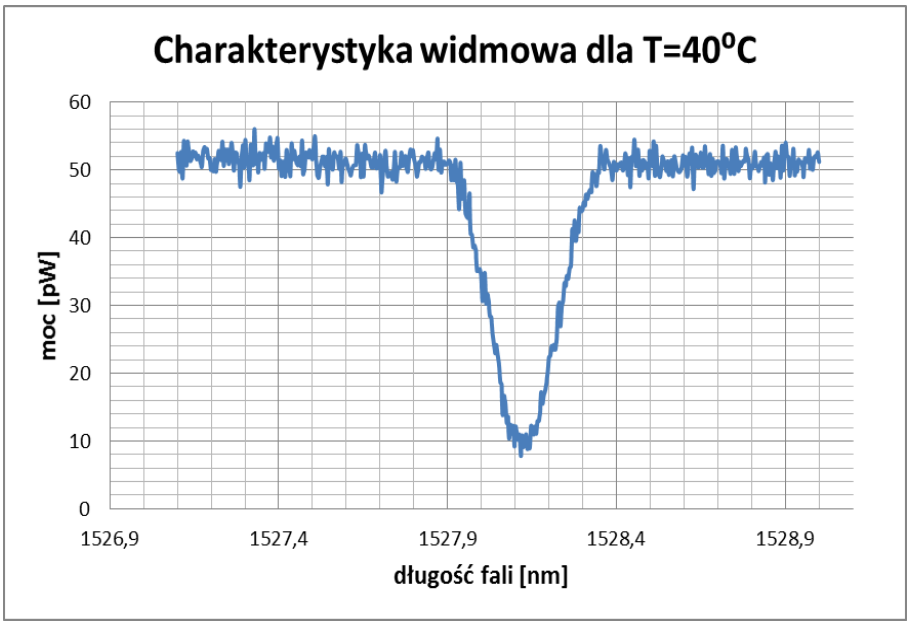


Рис. 5. Спектральные характеристики ВРБ при температуре T=40°C

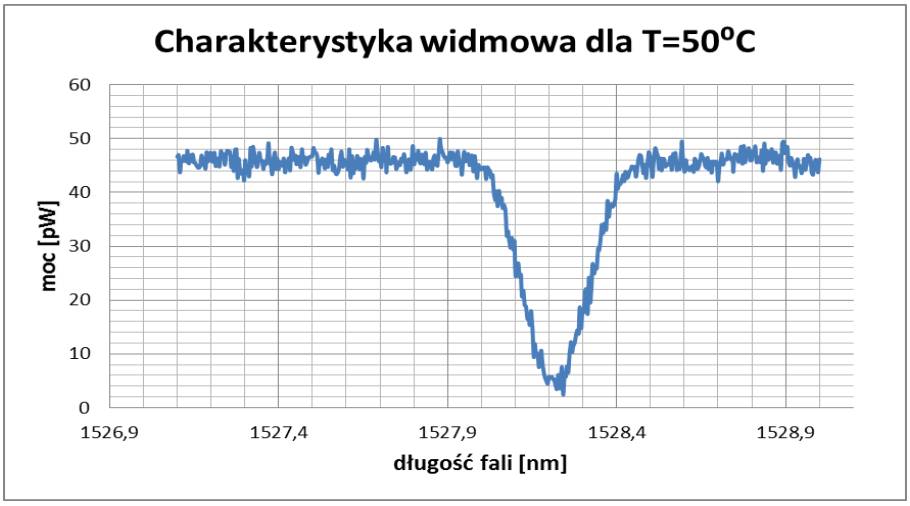


Рис. 6. Спектральные характеристики ВРБ при температуре T=50°C

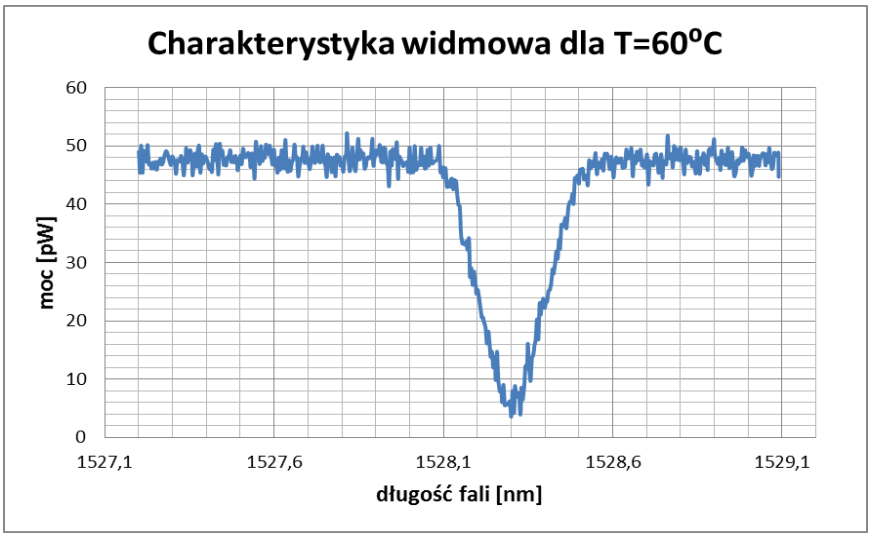


Рис. 7. Спектральные характеристики ВРБ при температуре T=60°C

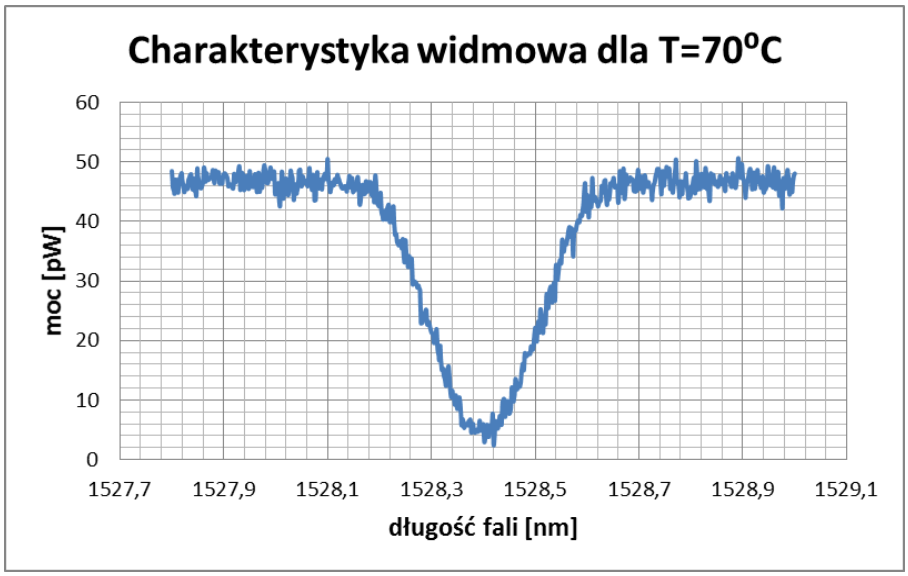


Рис. 8. Спектральные характеристики ВРБ при температуре T=70°C

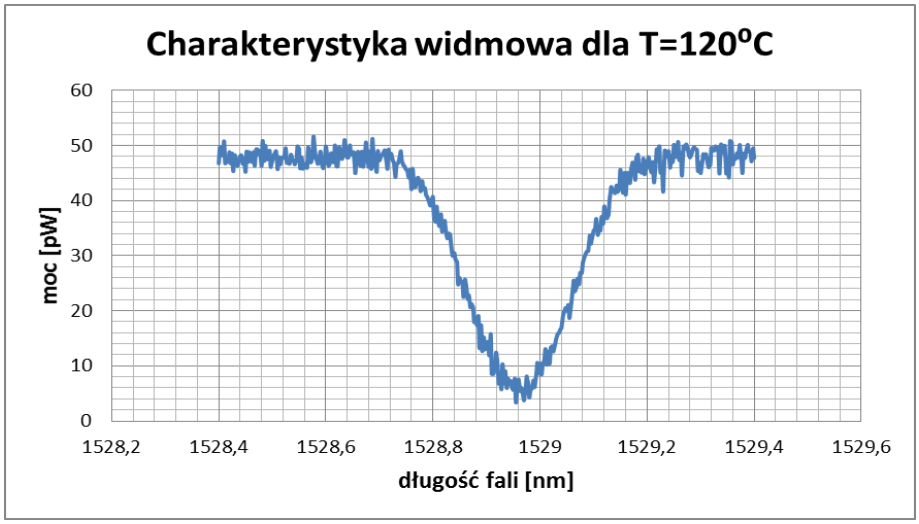


Рис. 9. Спектральные характеристики ВРБ при температуре T=120°C

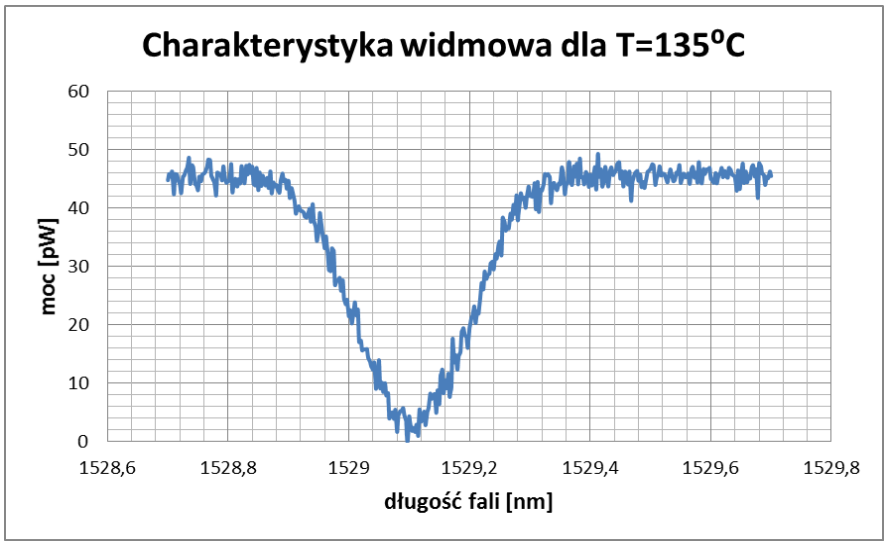


Рис. 10. Спектральные характеристики ВРБ при температуре T=135°C

По спектральным характеристикам, найденных после эксперимента, можно не только отследить полученные характеристики чувствительности, но и то, как ведет себя пик в процессе опыта, т.е. провести сравнительный анализ спектров пиков по изменению размеров и форм.

Проанализировав эти спектры, можно утверждать, что форма и размер пиков не изменяются или меняются незначительно.

В результате этого можно сделать вывод, что спектральные характеристики ВРБ устойчивы к температурным изменениям, что позволяет использовать ВРБ в качестве чувствительного элемента при изготовлении волоконных оптических датчиков и систем контроля температуры.

Экспериментальные исследования влияния температуры на спектральные характеристики ВРБ проводились в лабораториях Оптоэлектроники факультета электротехники и компьютерных наук Люблинского технического университета.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Wójcik W., Kisała P., Cięszczyk S., „The conception of the temperature distribution measurement with the use of the Fiber Bragg Gratings, Przegląd Elektrotechniczny”, ISSN 0033-2097, R. 84 NR 3/2008.

[2] Protopopov V.N., Karpov V.I., Medvedkov O.I., Vasiliev S.A., Grekov M.V., Dianov E.M., Palto S.P. Temperature sensor based on fiber Bragg grating //Proceedings of SPIE, 4083 'Advances in Fiber Optics', edited by E.M.Dianov.–2000.– P.224-228.

[3] Вуйцик В., Кашаганова Г.Б. Исследование спектральных характеристик волоконных брэгговских решеток //Труды II Международной научно-практической конференции «Информационные и телекоммуникационные технологии: образование, наука, практика». – Алматы, Казахстан, 3-4 декабря 2015.– Т.II. – С. 77-81.

[4] Kersey A. D., Davis M. A., Patrick H. J., LeBlanc M., Koo K. P., Askins C. G., Putnam M. A. and Friebele E. J. Fiber Grating Sensors //Journ. of Lightwave Tech.–1997.– Vol. 15, №8.– P.1442-63.

[5] Zhong Ch., Shen Ch., Chu J., Zou X., Li K., Jin Y., Wang Y.: A Displacement Sensor Based on a Temperature-Insensitive Double Trapezoidal Structure With Fiber Bragg Grating, IEEE Sensors Journal, Vol. 12, NO. 5, 2012

[6] Zhang B., Kahrizi M. :High-Temperature Resistance Fiber Bragg Grating Temperature Sensor Fabrication, IEEE Sensors Journal, Vol. 7, NO. 4, 2007

[7] Viegas D., Abad S., Santos J.: High-Temperature Fiber Bragg Grating Sensor Design Based on U-Shaped Lossless Taper for Thermal Mapping Applications, IEEE photonics technology letters, Vol. 22, NO. 11, 2010

[8] Shen Ch., Zhong Ch.: Novel temperature-insensitive fiber Bragg grating sensor for displacement measurement, Institute of Optoelectronic Technology, China Jiliang University, Chiny, 2011

[9] Lee J., Kim S., Park H., Song M.: Investigation of Fiber Bragg Grating Temperature Sensor for Applications in Electric Power Systems, School of Electrical Engineering, Hoseo University, 2006

[10] Hirayama N., Sano Y.: Fiber Bragg grating temperature sensor for practical use, Fuji Electric Corporate Research and Development, Japonia, 2000

[11] Guo Z., Feng J., Wang H.:Cryogenic temperature characteristics of the fiber Bragg grating sensors Shanghai Institute of Applied Mathematics and Mechanics, Shanghai University, China, 2012

[12] Ghazali S., Yahya M., Sulaiman S.: Characterization of Fiber Bragg Grating as Optical Temperature Sensor for Pipeline Water Leakage Inspection, Faculty of Electrical Engineering Universiti Technologi MARA, Malezja, 2013

[13] Sakata H., Ito H. Optical fiber temperature sensor using a pair of nonidentical long-period fiber gratings for intensity-based sensing // Opt. Comm. 2007. V. 280. P. 87–90.

[14] Huang, X.-F. Design and characteristics of refractive index sensor based on thinned and microstructure fiber Bragg grating / X.-F. Huang et. al. // Applied Optics. - V. 47. - № 4. - 2008. - p. 504-511.

[15] A. Iadicicco. Structured Fiber Bragg Gratings for Sensing Applications / A. Iadicicco, A. Cusano, S. Campopiano, A. Cutolo, M. Giordano // 1st International Conference on Sensing Technology. - 2005.

[16] Grattan K.T.V., Sun T. Fiber optic sensor technology: an overview // Sensors and Actuators: A. Physical. – 2000. – Vol. 82, iss. 1–3. – P. 40–61.

Калижанова А.У., Қашағанова Г. Б., Әмірғалиева С.Н., Вуйцик В., Кисала П.

Талшықты Брэгг торлар негізіндегі талшықты датчиктердің спектрлік сипаттамаларын эксперименталды түрде зерттеу

Түйіндеме. Талшықты Брэгг торлар негізіндегі талшықты датчиктер температураны, қысымды және басқа физикалық шамаларды өлшеу әдістерінің ең көрнекті құралы болып табылады. Мақалада талшықты датчиктердің спектрлік сипаттамалары қарастырылған. Эксперимент түрінде температураның талшықты Брэгг торларының спектрлік сипаттамаларына әсері зерттелген. Зерттеу нәтижесінен талшықты Брэгг торлар негізіндегі датчиктерді, температураны өлшеу датчиктер ретінде қолдану мүмкіндігі қарастырылды.

Түйін сөздер. температура, талшықты оптикалық датчиктер, талшықты Брэгг торлары, Брэгг толқын ұзындығы.

Kalizhanova A.U., Kashaganova G.B., Amirgaliyeva S.N.,Wojcik W., Kisala P.

Experimental research of the spectral characteristics of fiber sensors on the basis of bragg fiber gratings

Abstract. The use of sensors based on Bragg fiber gratings is one of the promising methods for measuring temperature, pressure and other physical quantities. The spectral characteristics of fiber sensors are considered in the article. The effect of temperature on the spectral characteristics of Bragg fiber gratings is experimentally studied. Based on the results of the study, it was concluded that fiber-optic sensors based on Bragg gratings can be used to measure temperature.

Key words: temperature, fiber optic sensors, Bragg fiber grating, Bragg wave length.

УДК 002.6

A. Zamakhov, S. Panchenko
(Institute of Space engineering and telecommunications,
Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan
E-mail: alexandr.zamakhov@gmail.com)

DESIGNING OF A SYSTEM FOR THE COLLECTION, ANALYSIS AND PROCESSING OF INCOMING REQUESTS, BASED ON FEEDBACK AND SUGGESTIONS

Abstract: Nowadays the problem of data collection is crucial for companies in various fields of activity. For this task there are solutions in form of information-analytical systems. Information-analytical systems (IAS) are designed on the basis of real-time data to help in making managerial decisions. The main purpose of the IAS is dynamic presentation and multivariate analysis of historical and current data, analysis of trends, modeling and forecasting the results of various managerial decisions. This article discusses the process of selecting the elements for building the infrastructure of the analytical system, the organization of interaction with the end user and the processing of incoming data. Also, there is a description of the pilot project on the basis of NJSC "AUPET", where the data was collected through the application of QR codes in the form of feedback and suggestions. This information was used as a basis for testing the interaction of the elements of the infrastructure of the information and analytical system.

Keywords: information-analytical system, data analysis, QR code, Elasticsearch, OTRS, feedback.

А. Замахов, С. Панченко
(Институт космической инженерии и телекоммуникаций,
Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Казахстан
E-mail: alexandr.zamakhov@gmail.com)

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ СБОРА, АНАЛИЗА И ОБРАБОТКА ВХОДЯЩИХ ЗАПРОСОВ, НА ОСНОВЕ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ И ПРЕДЛОЖЕНИЙ

Аннотация: В настоящее время проблема сбора данных имеет решающее значение для компаний в различных сферах деятельности. Для этой задачи существуют решения в форме информационно-аналитических систем. Информационно-аналитические системы (IAS) разработаны на основе данных в реальном времени, чтобы помочь в принятии управленческих решений. Основной целью IAS является динамическое представление и многомерный анализ исторических и текущих данных, анализ тенденций, моделирование и прогнозирование результатов различных управленческих решений. В этой статье обсуждается процесс выбора элементов для построения инфраструктуры аналитической системы, организации взаимодействия с конечным пользователем и обработки входящих данных. Кроме того, есть описание пилотного проекта на базе НАК «AUPET», где данные были собраны посредством применения QR-кодов в форме обратной связи и предложений. Эта информация использовалась в качестве основы для тестирования взаимодействия элементов инфраструктуры информационно-аналитической системы.

Ключевые слова: информационно-аналитическая система, анализ данных, QR-код, Elasticsearch, OTRS, обратная связь.

Введение

На настоящий момент практически любой проект в различных видах деятельности не может существовать без данных. Это информация, которая является базисом проектов и источники, откуда она

поступает, могут быть различными. Главной задачей является поиск, систематизация и анализ этих данных. С каждым днем этот вопрос становится все важнее и актуальнее, так как размеры поступающей информации, которая требует обработки, неумолимо растут.

В связи с этим возникает задача по организации поиска, сбора и обработки имеющихся данных. Ведь инструменты, которые используются, становятся все сложнее и узконаправленными. Архитектура приложений становится объемной и сложной, следовательно, и структура данных усложняется. Все чаще возникают ситуации, когда требуются специализированные методы обработки результатов и поиска или когда формат поступающих данных очень специфичен в зависимости от области применения. Именно поэтому возникает необходимость разработки программных решений, способных решать вопросы аналитики и обработки данных.[6]

Построение инфраструктуры, которая способна обрабатывать информацию, поступающую из различных источников, предлагать на основе этих данных решения для устранения или минимизации рисков, создавать необходимую отчетность для просмотра статистических данных и дальнейшего выявления закономерностей в узких областях деятельности – является главной задачей современного IT сектора. Также важным вопросом является выявление технологий, а также различных инструментов с открытым исходным кодом для внесения дополнительных модификаций.[13]

Техническая инфраструктура позволяет создать основу, на которой возможно постоянное развитие по различным направлениям, в зависимости от предпочтений непосредственного пользователя конечным продуктом, будь это услуги телекоммуникационного провайдера или навыки и знания, приобретаемые в ходе обучения в высшем учебном заведении.[14]

Так как сейчас проблема анализа информации и принятия решения на их основе является крайне важной для большинства компаний, среди информационных систем стало возможно выделить отдельно информационно-аналитические системы.

Основное назначение данного вида систем представляет собой помощь в принятии решений на основе потока данных, поступающих в реальном времени. В качестве их функционала можно выделить: динамическое представление данных, анализ текущих тенденций, а также аналитику, как в режиме реального времени, так и за прошлый период.Возможно также осуществлять моделирование и прогнозирование последствий принятых управленческих решений.

После применения функционала ИАСрезультатом являются: аналитические отчеты, которые нацелены на различных пользователей, а также способность быстро настраивать отчетность с помощью интерактивных инструментов, доступных даже неподготовленному пользователю. [7] [1]

Процесс принятия управленческих решений связан с необходимостью обработки огромного количества информации. На данный момент количество поступающей информации уже значительно превышает любые физиологические возможности по ее обработке. В связи с этим возникла необходимость использования технических средств. В коммерческих и образовательных организациях, решающих сложные задачи распределения значительных ресурсов, цена ущерба от выбора неоптимальных решений исключительно высока. Для разрешения именно таких ситуаций и возможно применение различных методов и технологий обработки информации, примером которых является информационно-аналитическая система.

Конечно, автоматизация принятия управленческих решений требует большего количества информации, которая не фиксировалась и не хранилась в традиционной системе. Однако, дополнительные затраты по сбору информации оправдываются более точными и оперативными решениями.[2]

Необходимо отметить, что внедрение информационно-аналитической системы не требует полной замены уже существующих программных решений, работающих на предприятии.

Описание инфраструктуры системы

В процессе разработки инфраструктуры для информационно-аналитической системы, важнейшим фактором была возможность интеграции с системой сбора и анализа отзывов и предложений. В современной образовательной системе практически отсутствуют цифровые системы, которые способны анализировать и выдавать некоторые рекомендации на основе обратной связи получаемой от участников образовательного процесса. [15]

Трудно перечислить все проблемы, которые связаны с отсутствием обратной связи и связанного с этим недостаточного информационного обмена. Невыполненные обязательства, которые могут вызвать недовольство и ряд дополнительных проблем в дальнейшем, отсутствие централизованного

сбора данных, составления статистической отчетности и выявления приоритетных направлений на основе данных за предшествующие периоды, проблемы с разработкой дополнительных решений в сфере улучшения качества образования. [16]

Важность обработки поступающих данных от всех участников образовательного процесса обуславливается тем, что проблемные участки можно выявить непосредственно в ходе обучения. Возможность динамической отправки обращений должна являться неотъемлемой частью образования, предоставляемого в высших учебных заведениях.

Анализ поступающей информации позволяет выяснить потребности в улучшении отдельных элементов образования и своевременное обнаружение проблем хозяйственного характера на территории образовательного учреждения.

Консолидация данных позволит выявить закономерности в работе и как следствие выйти на новый уровень аналитических систем в будущем, на так называемое машинное обучение на основе статистических данных за предшествующие периоды.

В ходе построения информационно-аналитической системы, стояла задача выбора отдельных программных решений с открытым исходным кодом, для того чтобы была возможно дальнейшей настройки взаимодействия между элементами инфраструктуры.

Основой для информационно-аналитической системы в первую очередь является поисковый движок. И правильный его выбор является важнейшим фактором на этапе основания базовой инфраструктуры для системы.

Elasticsearch - инструмент для запроса по определенным словам. Он может выполнять некоторые другие задачи, но по своей сути он был разработан для обработки текста, возвращая текст, похожий на заданный запрос и / или статистический анализ корпуса текста.[3]

Ядром поисковой системы elasticsearch является в значительной степени поисковый движок-Lucene. Elasticsearch представляет собой часть инфраструктуры, построенной вокруг библиотек JavaLucene. Elasticsearch сам по себе обеспечивает более удобный и сжатый API, масштабируемость и операционные инструменты поверх реализации поиска Lucene.

Больше всего трудностей при работе с elasticsearch представляет задача поиска, и именно его реализация связана с использованием APIsLuceneelasticsearch.

При создании инфраструктуры, задача состоит в том, чтобы визуализировать эти результаты. Необходимо искать, взаимодействовать с данными и просматривать их в удобной графической форме. Для достижения этих целей используется программный продукт с открытым исходным кодом, для визуализации и анализа под названием Kibana. С помощью этого инструмента можно визуализировать данные в виде различных диаграмм, карт, информационных панелей и карт. Kibana упрощает визуализацию и анализ больших выборок данных.[4]

После того как произошло первичное принятие информации, и она прошла начальный этап разработки, необходимо провести процесс формирования проблемного билета. Это необходимо для решения задачи распределения зон ответственности внутри предприятия, использующего информационно-аналитическую систему. Для этой цели было выбрано решение под названием OTRS.

OTRS HelpDesk (OTRS) веб приложение, которое используется для регистрации и отработки заявок. OTRS состоит из нескольких компонентов. Главным элементом всей системы является OTRS-фреймворк, в котором содержатся все основные функции приложения и система обработки заявок. OTRS предлагает веб-интерфейс, разделенный по ролям для агентов и пользователей системы. Многофункциональная, настраиваемая панель управления является основным инструментом для агентов с персональным, отдельным блоком для просмотра заявок и графической статистикой. Расширяемый генератор отчетов предоставляет различные статистические данные и настраиваемые параметры планирования отчетов. С помощью ProcessManagement можно создавать собственные, основанные на заявках экраны и процессы (потоки работ по заявке - workflows).

Методы

Основным компонентом, в котором происходит взаимодействие респондента и системы является форма отзывов и предложений. Архитектура системы позволяет создавать неограниченное количество полей в форме различных типов данных, путем использования динамических полей в СУБД сервера приложений. Для целей пилотного проекта в НАО «АУЭС» была проведена работа по дизайну веб страниц с формами отзывов и предложений, кабинета супервайзера, которые удовлетворяют требованиям организации.

Во время разработки формы были определены необходимые поля, которые будут заполняться респондентом. Каждое поле выбиралось с учетом возможности дальнейшей интеграции с системой обработки заявок OTRS.

В конечном итоге для пилотного проекта АУЭС были выбраны следующие поля формы:

1)Категория, к которой относится проблема;

2) Имя пользователя, который заполняет заявку;

3) Телефон для обратной связи с человеком, инициирующим запрос;

4) Текст обращения, с возможность прикрепления медиа файлов для более точного описания текущей проблемы;

5) Характер обращения, для дальнейшего распознавания аналитической системой и сегментирования отзывов в отчетности.

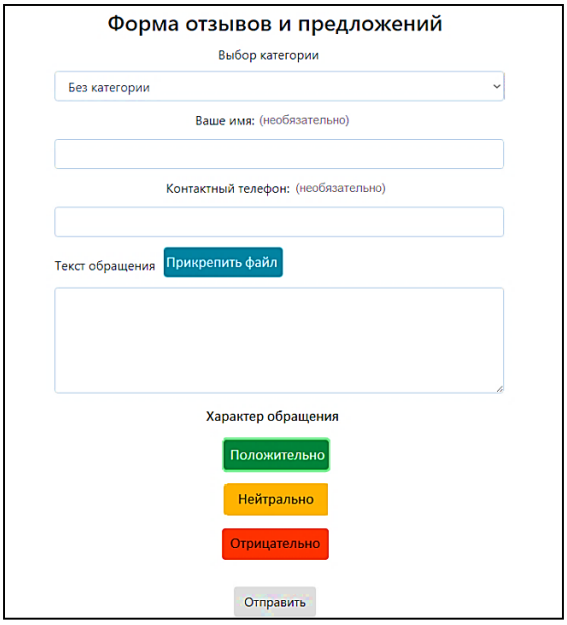


Рис. 1. Форма отзывов и предложений

Доступ к форме осуществляется несколькими путями. Учитывая тот факт, что распространение информации о наличии подобной системы в образовательной организации путем агитационных плакатов и брошюр, оптимальным вариантом являются QR коды. Пользователь имеет возможность считать код с помощью предустановленной программы на своем портативном мобильном устройстве, а именно: QR сканера.

После считывания QR кода от пользователя требуется подтверждение запуска браузера и переход на веб страницу с отзывом.

В форме отзывов и предложений предусмотрена возможность размещения анонимного обращения, а именно не указывать имени и контактного телефона, если респондент не хочет в дальнейшем получить обратную связь о выполнении или решении данной проблемы.

Именно поэтому было принято решение о размещении дополнительной текстовой информации непосредственно на самой форме обращений о том, что некоторые поля являются опциональными..

После того как заявка была отправлена респондентом, который может являться как студентом, так и сотрудником учебной организации, в которой реализована данная система, она должна быть передана в предварительно обработанном виде супервайзеру данной системы, имеющему соответствующие полномочия.

Так как в личный кабинет супервайзера поступают абсолютно все отзывы, разделенные по категориям, на основе аналитики по ключевым словам, то именно у него имеется полная картина о текущих проблемах или удачно проведенных мероприятиях, а также направлениях, по которым возможно дальнейшее развитие.

В дальнейшем возможен ручной метод делегирования поступающих обращений ответственным лицам, в случае если аналитическая система не обладает необходимой информацией о зонах ответственности по заданной проблеме

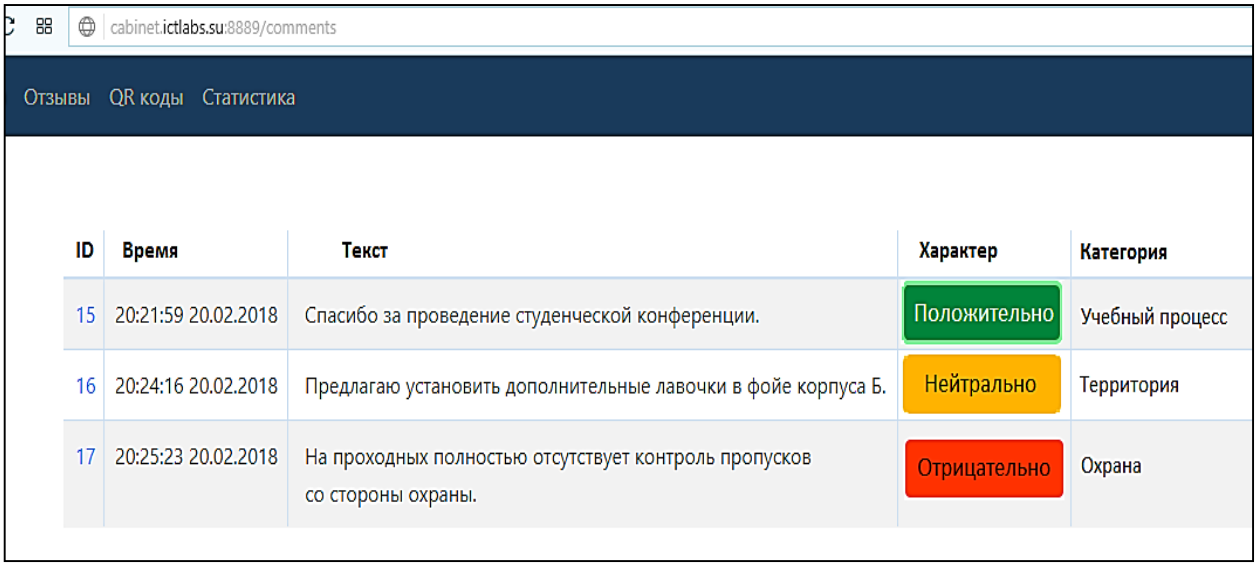


Рис. 2. Интерфейс личного кабинета супервайзера

Предлагаемая инфраструктура предполагает возможность как ручного, так и автоматического распределения задач. На начальном этапе этот процесс осуществляется на основе двух параметров:

1) Характер обращения;

2) категория, к которой обращение относится.

В зависимости от того, что определит информационно-аналитическая система, есть возможность сравнения по предварительно составленному списку соответствий между агентами поддержки и должностными обязанностями по решению ряда проблем.

После того как отзывы и обращения по конкретной проблеме поступают к супервайзеру, становится важным осуществление контроля исполнения и делегирования задач. Именно поэтому в ходе пилотного проекта прорабатывались различные варианты распространения информации для конечного пользователя о ходе решения проблемы.

Для целей контроля, исполнения и делегирования задач была настроена интеграция системы сбора заявок с систем их обработки. [8]

Процесс обработки информации с помощью этой системы заключается в следующем:

1)Отзывы и обращения, поступающие от пользователей, перенаправляются в систему обработки OTRS.

2) В зависимости от ключевых слов, имеющихся в тексте, они будут распределены между агентами поддержки, которые представляют собой отдельные подразделения, имеющие различные зоны ответственности.

3) Уведомление, о том, что пришла заявка по определенной тематике будет отправлено посредством электронной почты и мессенджера Telegram ответственным службам, а также руководству образовательной организации.

4) В случае если пользователь указал контактные данные в своем обращении, ему будет также отправлено дополнительное уведомление о ходе и статусе решения созданного обращения.

В процессе обработки заявок есть возможность передачи их между агентами поддержками, а в нашем случае между отдельными службами, так как часто бывает, так что за определенной проблемой закреплено сразу несколько структурных подразделений.[9]

Так как теперь все данные о работе служб консолидируются в единой базе данных, это дает возможность просматривать информацию за другие временные периоды или проводить фильтрацию непосредственно по деятельности отдельных структур образовательной организации.

Теперь когда, были рассмотрены все аспекты работы отдельных элементов разработанной инфраструктуры,возможно отобразить общую структурную схему всех элементов системы.

Ключевую роль в системе выполняет сервер приложений, который предлагает программные интерфейсы для формы опросов и кабинета супервайзера. Все поступающие заявки после предварительной обработки приложением формы опроса направляются на сервер приложений, который для определенных категорий заявок делает соответствующие записи в СУБД, создает документ в Elasticsearch или регистрирует ее в системе обработки заявок OTRS.

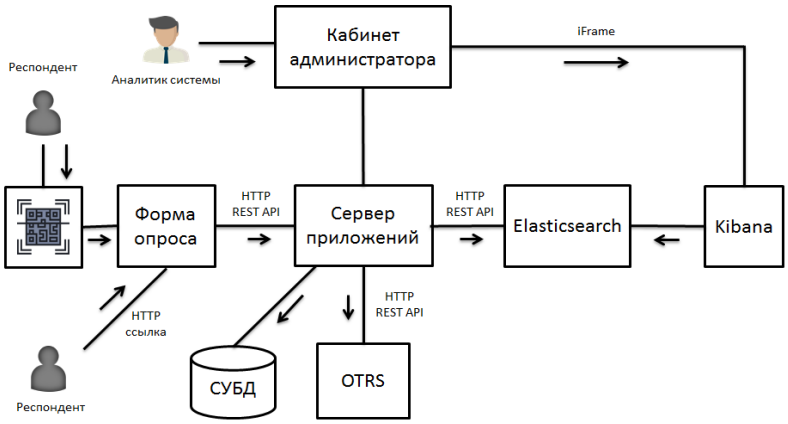


Рис. 3. Структура информационно-аналитической системы

Кабинет администратора посредством обращения к серверу приложений формирует ответы на запросы аналитика/супервайзера системы. Все взаимодействия между сервером приложений и остальными компонентами, кроме СУБД, организованы посредством HTTPRESTAPI. Реализованная в сервере приложений динамическая модель данных автоматически сопоставляет объекты данных с соответствующими таблицами СУБД.

В сервере приложений реализованы RESTAPI методы для формы опросов и кабинета администратора.

Обсуждение

В ходе организации пилотного проекта на базе НАО «АУЭС» было получено и обработано около 100 отзывов и предложений касающихся различных моментов учебного процесса, инфраструктуры и прилегающей территории. Были опробованы механизмы работы с руководством университета на предмет обработки информации и принятие управленческих решений. Согласно полученным рекомендациям был частично изменен текст формы отзывов и предложений, для того чтобы была возможность осуществлять процесс обратной связи.

В ходе обработки информации касательно отзывов, поступающих от студентов и преподавателей, был составлен список ответственных служб за определенные темы обращений. Согласно этому списку была осуществлена конфигурация системы приема и обработки заявок OTRS путем добавления агентов и справочной информации по каждому из них. В ходе работы информационно-аналитической системы также были внесены доработки, касающиеся дублирования всей поступающей информации супервайзеру системы, а также контроля над решением проблемных билетов.

В качестве наглядного результата полученного от работы системы можно рассмотреть пример обращения одного из студентов. Поступило предложение руководству университета о предоставлении студентам и преподавателям корпоративных почтовых адресов. Как следствие этого обращения, руководство университета обратилось к поставщикам коммерческих программных продуктов, которые согласились на бесплатной основе предоставить почтовые сервисы для каждого студента. Это позволило решить вопрос оперативного предоставления информации для каждого студента непосредственно от руководства университета.

Заключение

В современном обществе центр экономического развития переносится с материальных сфер производства (энергетическо-сырьевой базис) на информационную область. Информационное общество — это нынешний этап социальной эволюции человечества.[10][11]

Важнейшим проявлением качественного технологического рывка, приведшего к возникновению информационного общества, и одновременно одной из его существенных черт является возникновение и стремительное распространение технологий анализа данных. Это кардинально снижает значение финансовых ресурсов с точки зрения конкурентоспособности обществ и корпораций: если раньше они были главным источником могущества, то теперь превращаются в его следствие.[12]

В рамках пилотного проекта система была опробована на базе Некоммерческого акционерного общества «Алматинский университет энергетики и связи». Но возможное применение не ограничивается исключительно на образовательных организациях. На данный момент прорабатываются возможности внедрения подобного рода аналитических систем у телекоммуникационного провайдера, так как

такого рода организации напрямую заинтересованы в проведении анализа работы телекоммуникационной сети, выявления проблемных участков путем сбора информации не только от оборудования, но и непосредственно от сотрудников, работающих с этими устройствами.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Белов В. С. Информационно-аналитические системы. Основы проектирования и применения. Учебное пособие.- М: МЭСИ, 2005

[2] Тельнов Ю. А. Интеллектуальные информационные системы в экономке. -М.-СИНТЕГ, 2002

[3] Описание технических возможностей программного продукта Elasticsearch// режим доступа www.elastic.co, свободный (дата обращения 20.02.2018)

[4] Руководство администратора по пользованию программным продуктом Kibana 2018// режим доступа: www.elastic.co/products/kibana, свободный (дата обращения 21.02.2018)

[5] Описание технических возможностей поискового движка Lucene// режим доступа: https://lucene.apache.org, свободный (дата обращения 20.02.2018).

[6] В. А. Дюк, А. В. Флегонтов, И. К. Фомина. Применение технологий интеллектуального анализа данных в естественнонаучных, технических и гуманитарных областях./Москва. 2016г.

[7] Репкина О. Б Использование информационно-аналитических систем для повышения эффективности управления предпринимательскими структурами//Молодой ученый. — 2011. — №1. — С. 98-100.).

[8] Руководство для администратора системы OTRS за 2018 год// режим доступа: https://otrs.org, свободный (дата обращения 22.02.2018).

[9] Руководство для администратора системы OTRS 6 за 2018 год// режим доступа: https://otrs.org, свободный (дата обращения 22.02.2018).

[10] Буряк В. В. Глобальное гражданское общество и сетевые революции / Виктор Буряк. — Симферополь: ДИАЙПИ, 2011. — 152 с.

[11] Варакин Л. Е. Глобальное информационное общество: Критерии развития и социально-экономические аспекты.//-М.: Междунар. акад. связи, 2001. — 43 с,

[12] Lonnie D. Bentley //System Analysis and Design for the Global Enterprise p.160 7th edition, 2007

[13] Kohavi, Rothleder and SimoudisEmerging Trends in Business Analytics. Communications of the ACM. 45 (8): 45–48. / 2002.

[14] Lukem"People Analytics: Transforming Management with Behavioral Data. Programs for Professionals / MIT Professional Education, 2018-04-03.

[15] John SumserPeople Analytics: MIT July 24, 2017

[16] David Kennedy, Dermot McGarthy.The importance of feedback and why effective leaders will provide it and seek it/ , Dublin Institute of Technology,Ireland,28 July 2015

Замахов А.В., Панченко С.В.

Кері байланыс пен ұсыныстар негізінде кіретін қосымшаларды жинау, талдау және орындау жүйесін әзірлеу

Резюме: Қазіргі кезде деректердің кез келген түрін талдау оқу мекемелерін қоса, барлық орындарда қолданылады. Ақпараттық-талдау жүйесін ашық бастапқы коды бар программалық шешімдердің өзара әрекеттесуін ұйымдастыру түрінде өз бетінше әзірлеу мүмкін. Мұндай инфрақұрылым қолданылу саласына байланысты кеңейту және масштабтау бойынша икемді мүмкіндіктерге ие. Жобаны оқу мекемесінде енгізу тәжірибесі оның мүмкіндігін көрсетіп және ерекшелігін ескере отырып, аздаған түзетулер жасауға мүмкіндік берді. Жинау, талдау және міндеттерді жүктеу жоғары оқу орны жұмысындағы мәселелерді анықтап, оларды уақытылы жоюды қамтамасыз етеді. Кіріс деректерді автоматтандырылған талдау ұсыныстар мен шағымдарды шешу жылдамдығын едәуір жеделдетіп, пайдаланушылардың түрлі топтарынан түсетін ұсыныстардың бірыңғай қорын құруға мүмкіндік береді.

Zamakhov A., Panchenko S.

Designing of a system for the collection, analysis and processing of incoming requests, based on feedback and suggestions

Summary. Nowadays, data analysis is used universally, including educational organizations. The independent development of an information and analytical system is possible in the form of the interaction of open source software solutions. Such an infrastructure has the flexibility to expand and scale, depending on the activity. The project showed its consistency, based on the experience of implementation in the educational organization, and allowed to make corrections in work, taking into account the specifics of the activity. The collection, analysis and delegation of duties made it possible to identify problem areas in the work of a higher educational institution and to eliminate them in time. Automated analysis of incoming data has significantly accelerated the speed of response to requests and created a single database of proposals from different groups of users.

Key words: information-analytical system, data analysis, QR code, Elasticsearch, OTRS, feedback.

УДК: 621.397.74

[1,2]I.Y. Kabdyushev, [2]I.V. Iglikov, [1]K.Kh. Tumanbayeva
([1]Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan
[2]ICT Labs, LLP, Almaty, Kazakhstan
E-mail: kabdyushev@gmail.com)

AN ALGORITHM DEVELOPMENT OF STABLE SEQUENCE SEARCHING IN DATA OF BROADCAST NETWORK MONITORING

Abstract. In this study the modified WINEPI algorithm implementation to identify scenes of event within the monitoring data of telecommunication company is provided. The specific of monitoring data of telecommunication equipment is the availability of dependent events data, whereof to eliminate failures presents difficulty. In this regard the proposed algoritm application greatly reduces the check time and failures elimination. The probability of the pair of events occurrence is obtained by filling the square null matrix, where the size of matrix is equal to the amount of unique events in the dataset. The matrix is filled by counting the number of time intervals, where both of events are found. The time intervals are considered as a part of every event and can be regulated according to the study objectives, such as short-term or long-term dependances revealing.

Key words: expert system, stable sequences, computer-assisted learning, algorithm analysis, data analysis, Data Mining.

И.Е. Кабдюшев, И.В. Игликов, К.Х. Туманбаева

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОИСКА УСТОЙЧИВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ В ДАННЫХ МОНИТОРИНГА СЕТЕЙ ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИЯ

Аннотация. В настоящей работе предлагается реализация модификации алгоритма WINEPI для выявления эпизодов событий в данных мониторинга телекоммуникационной компании. Специфика данных мониторинга телекоммуникационного оборудования заключается в том, что в них присутствуют данные о зависимых событиях, из которых сложно быстро выявить причину возникшей неисправности. В этой связи применение предлагаемого алгоритма значительно сократит время диагностики и устранения неисправности. Вероятность возникновения пары событий получается путем заполнения нулевой квадратной матрицы, где размер матрицы соответствует количеству уникальных событий в данных. Матрица заполняется путем подсчета количества временных интервалов, в которых встречаются оба события. Временные интервалы рассматриваются в составе каждого события и могут регулироваться в зависимости от целей исследования, таких как нахождение краткосрочных или долгосрочных зависимостей.

Ключевые слова: Экспертная система, устойчивые последовательности, машинное обучение, алгоритм анализа, анализ данных, Data Mining.

Введение

Задача нахождения устойчивых последовательностей относится к разделу Data Mining [6]. Смысл задачи в установлении закономерностей между связанными во времени событиями, т.е. обнаружение зависимости, что если произойдет событие X, то спустя заданное время произойдет событие Y. Имеются разные вариации решения данной задачи, однако все они являются ресурсоёмкими, в составе большинства из них используются задачи комбинаторики, что делает процесс решения затруднительным [1]. Для облегчения реализации нахождения зависимостей между событиями, было разработано решение, описанное в этой работе. Задача является актуальной ввиду активного развития области «Искусственного интеллекта» в Информационной сфере [2]. Решение данной задачи может использоваться для составления обучающей выборки и применения машинного обучения. Полученные данные должны быть размечены специалистами предметной области, что позволит использовать данные для определения типа аварий или причины ее возникновения. Следовательно, данная тематика является основополагающей для разработки такого программного обеспечения как «Экспертная система» [7].

Объекты анализа

В каждой области строятся десятки вещательных станций, с возможностью мониторинга телекоммуникационного оборудования и оборудования систем энергетики и жизнеобеспечения. На каждой из станций может находиться около 20 единиц оборудования. Все аварийные события по оборудованию отправляются в единый Центр Управления и записываются в Базу данных. Элементарным собы-

тием является строка таблицы с указанными полями: идентификатором события, временем возникновения события, идентификатором триггера triggerid или objectid (уникальный идентификатор аварийного события). Отдельно хранится информация о триггерах: идентификатор триггера, описание триггера, название триггера, критичности триггера, узел сети. Получив события, и описание сработавших триггеров, можно выполнить анализ данных, найти зависимые события и убедиться в достоверности полученных данных.

Материалы и методы

Алгоритм анализа данных называется «скользящее окно». Он очень похож на уже известный алгоритм WINEPI [3], алгоритм подраздела машинного обучения Data Mining (Рисунок 1), но несколько изменен для простоты реализации. Смысл скользящего окна состоит в том, чтобы для каждого события, найти события, возникающие в течение времени *t* после него. Пример алгоритма скользящего окна можно увидеть на Рисунке 1

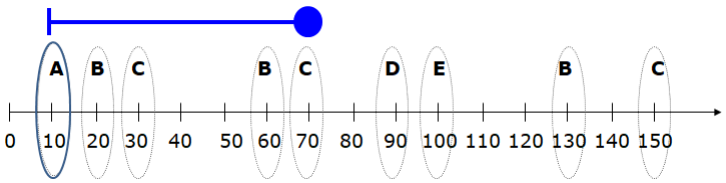


Рис. 1. Скользящее окно размером в 1 минуту

Таким образом, если событие B возникнет в нескольких окнах события A, можно предположить, что событие A является причиной возникновения события B. Если после события A в скользящем окне событие B встретилось более 1 раза, учитываться оно будет лишь один раз. Более того, будут исключены из анализа ситуации возникновения события A после события A.

Для каждой станции составляется квадратная нулевая матрица A размером $n \times n$, где n – число уникальных триггеров, сработавших на определенной станции. По строкам и столбцам в качестве индекса будут располагаться идентификаторы триггеров *(triggerid)*, тогда нулевая матрица будет выглядеть следующим образом (рисунок 2):

triggerid	20453	20454	20455	20456		40499
20453	0	0	0	0	...	0
20454	0	0	0	0	...	0
20455	0	0	0	0	...	0
20456	0	0	0	0	...	0
...	...	...	...	...	...	...
40499	0	0	0	0	...	0

Рис. 2. Пример нулевой матрицы

Элементом матрицы *A(i,j)* будет вероятность возникновения триггера *j* после триггера *i*. Задача – получить эти вероятности, т.е. заполнить матрицу. Для этого необходимо рассмотреть каждое событие в датасете. При рассматривании события, выбираются все события, произошедшие в течение минуты после него, а из них только уникальные. Далее, прибавляется единица там, где пересекаются рассматриваемое событие (строка), и уникальные события после него (столбец). Пример заполнения матрицы рассмотрен ниже (рисунок 3):

triggerid	20453	20454	20455	20456	...	40499	Time	Event
20453	0	0	0+1+1	0	...	0+1	10:00:01	20453
20454	0+1	0	0+1	0	...	0	10:00:40	20455
20455	0	0	0	0	...	0+1	10:00:50	40499
20456	0	0	0	0	...	0	11:30:00	20454
...	...	...	...	...	...	...	11:30:02	20453
40499	0	0	0	0	...	0	11:30:20	20455

Рис. 3. Пример заполнения матрицы

После рассмотрения последнего события, имеем заполненную матрицу A, где $A_{i,j}$ – целое число. Для получения вероятностей, необходимо поделить каждую строку матрицы, на общее число событий, соответствующих событию этой строки. Получим матрицу A, где $A_{i,j} \in [0,1]$. Теперь элемент матрицы $A_{i,j}$ можно рассмотреть как вероятность возникновения события j после события i. При этом элемент матрицы $A_{ij}|_{i=j}=0$ т.к. возникновение события после самого себя не имеет смысла в данном случае. Далее выбираются все элементы, значение которых выше желаемого значения, к примеру, *0.7* (рисунок 4)

triggerid	20453	20454	20455	20456		40499
20453	0	0.01	**0.97**	0.11	...	**0.8**
20454	**0.7**	0	0.43	0.05	...	0.41
20455	0.03	0.13	0	0.23	...	**0.75**
20456	0.05	**0.85**	0.001	0	...	0.14
...	...	...	...	...	...	...
40499	0.1	0.2	0.13	0.14	...	0

Рис. 4. Пример найденных вероятностей

Тогда зависимые события можно записать (рисунок 5):

Первое событие:	Последующие события:
20453	20455
20453	40499
20454	20453
20455	40499
20456	20454

Рис. 5. Пример полученных эпизодов

Полученные пары событий, где второе возникает с вероятностью более 70%, назовем эпизодом. Так как первое событие в эпизоде может быть одинаковым, как, к примеру, для события *20453*, можно объединить их в один эпизод (рисунок 6):

Первое событие:	Последующие события:
20453 (возникло 100 раз)	**20455, 40499**
20454	20453
20455 (возникло 20 раз)	**40499**
20456	20454

Рис. 6. Пример поглощения подэпизода

При этом могут возникнуть ситуации, когда эпизод будет целиком содержаться в другом эпизоде, как в данном примере. Тогда такой эпизод называется подэпизод. Для упрощения, подэпизоды необходимо удалить. Однако существуют ситуации, когда зависимость подэпизода кажется более устойчивой, чем зависимость эпизода. На Рисунке 6 подэпизод возник меньшее количество раз, чем эпизод, поэтому его следует удалить (рисунок 7):

Первое событие:	Последующие события:
20453	20455, 40499
20454	20453
20456	20454

Рис. 7. Слияние подэпизода с эпизодом

В итоге получен список эпизодов, которые покажут, какие события возникают в течение минуты после определенного события с вероятностью *0,7*. Полученные вероятности могут быть визуализированы при помощи тепловой карты [8], на рисунке 8 более темные участки являются сильными зависимостями.

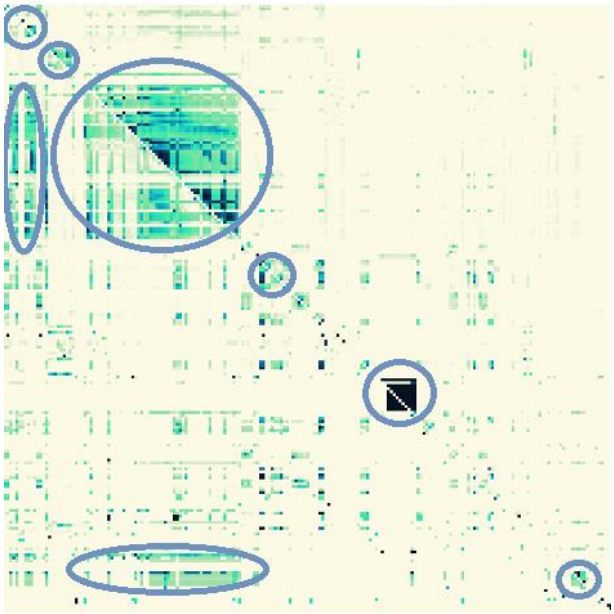


Рис. 8. Тепловая карта

Анализ долгосрочных связей. Если событие возникает позже, чем через минуту после возникновения рассматриваемого события, то при исследовании скользящим окном в одну минуту связь не будет видна. Для того, чтобы проследить, как уходят зависимости, необходимо переместить скользящее окно на требуемый промежуток времени (рисунок 9).

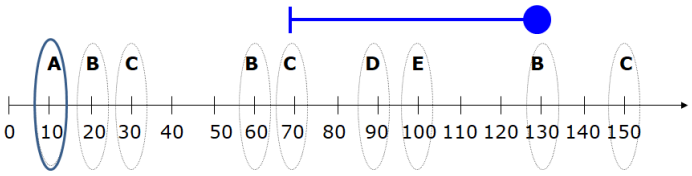


Рис. 9. Сдвиг в одну минуту

Динамика изменения зависимостей, при перемещении окна показана на рисунке 10:

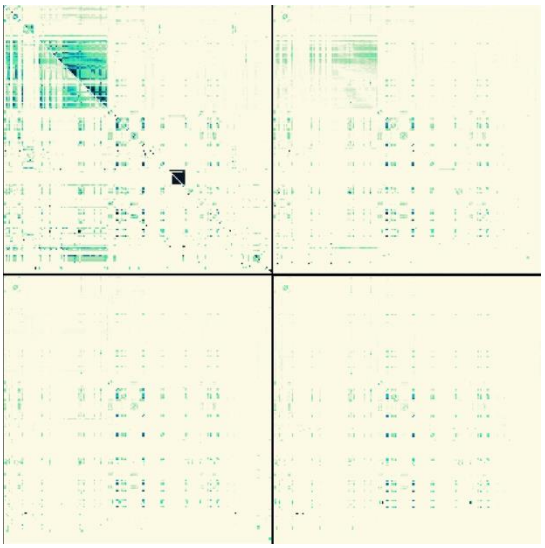


Рис. 10. Изменения с 0 по 5 минуту.

Как видно из Рисунка, сильные зависимости присутствуют преимущественно с 0 по 1 минуту. Далее, зависимости пропадают и, как видно из Рисунка, нет смысла рассматривать дальнейшие случаи, так как разница между 3 и 4 минутой невелика.

Результаты и обсуждение

Найденные пары событий могут быть использованы для доказательства, что метод исследования надежен. Если рассмотреть события с точки зрения Теории Массового Обслуживания, события могут являться суммой зависимых и случайных [9]. Так как были найдены зависимые события, то фактически можно удалить их из данных, и останутся только случайные. Количество случайных событий в промежуток времени (интенсивность событий) определяется распределением Пуассона [10] (рисунок 11).

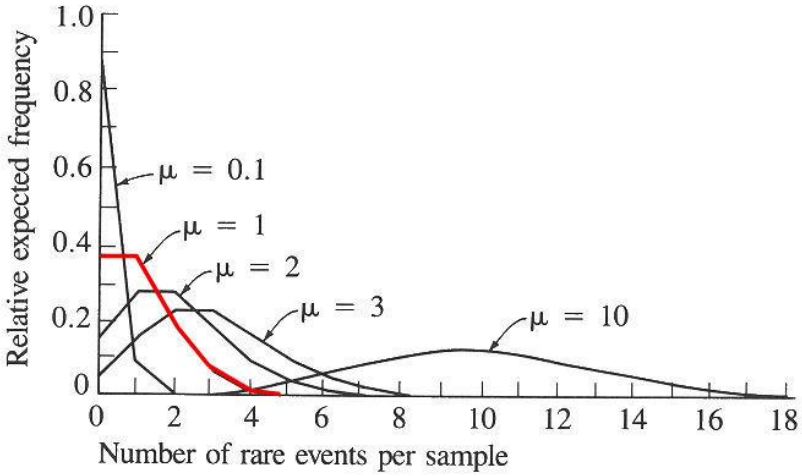


Рис. 11. Распределение Пуассона

Для проверки данного предположения необходимо разделить данные на временные отрезки. События длительностью в год были поделены на часовые интервалы, в каждом интервале было подсчитано количество событий в интервале. Далее, вычислено среднее число событий в час, и построено Теоретическое распределение по среднему значению Экспериментального распределения (рисунок 12).

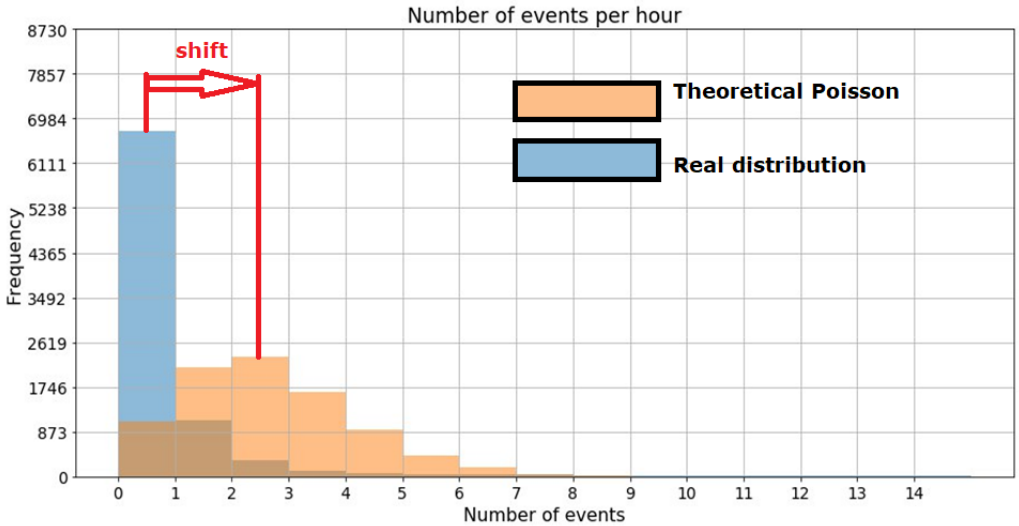


Рис. 12. Разница в Теоретическом и Экспериментальном распределении

Как показано на Рисунке 12, распределения выглядят различно. Среднее значение Теоретического значения лежит правее Экспериментального. Причина заключается в зависимых событиях. Если двинуться по Оси X правее, можно найти такие случаи как 15, 20, 30, вплоть до 1000 событий в час. Это явно не случайные промежутки, а шквал аварий (Рисунок 13).

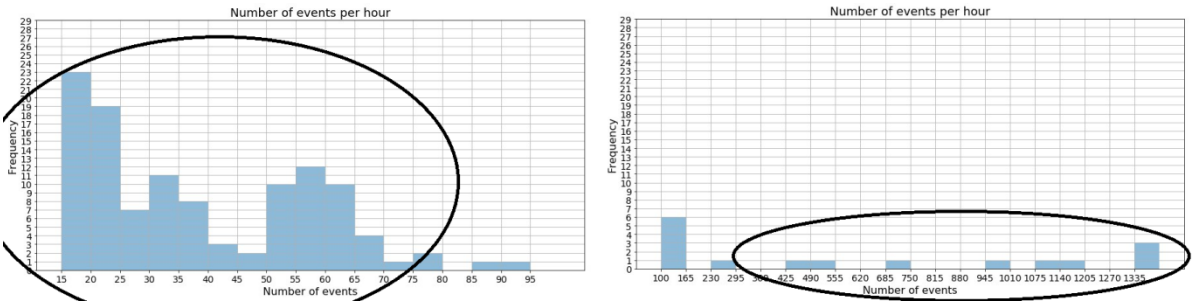


Рис. 13. Распределение числа событий 15-100, 100-1400

Так как были найдены пары зависимых событий, их необходимо удалить. Для этой цели используется то же скользящее окно, будут рассмотрены события, и удалены вторые события в парах, в каждом окне. Останется первопричина аварии, а зависимые события пропадут (Рисунок 14).

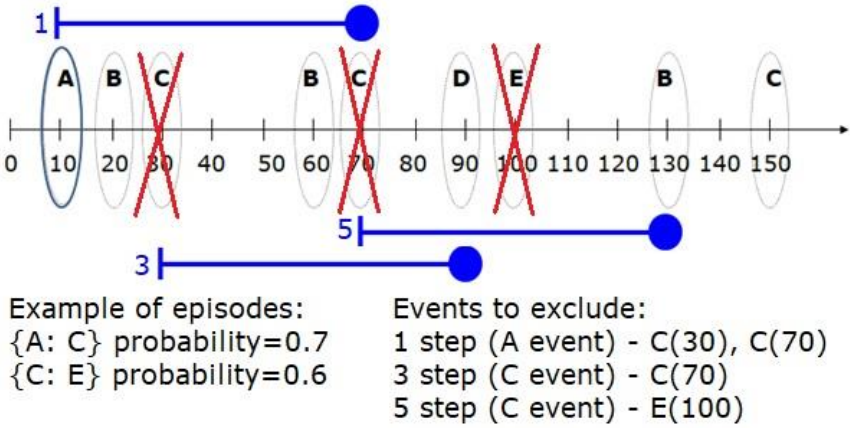


Рис. 14. Метод удаления пар зависимых событий.

На рисунке 14 для каждого окна, произведется удаление всех необходимых эпизодов (выше вероятности 10%) В результате данные изменились с 18000 строк до 3600. Результат предполагается как случайные события на станциях (рисунок 15):

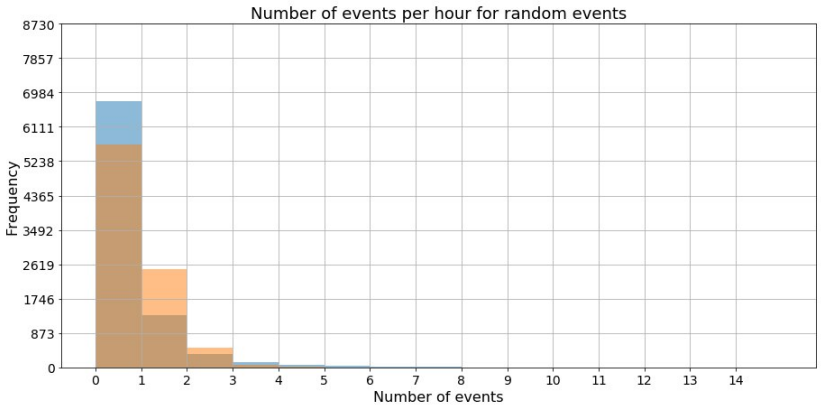


Рис. 15. Распределения событий

Теоретическое распределение было вновь пересчитано, среднее значение теоретического распределения было взято исходя из новых данных без зависимых событий. В результате, оба распределения стали больше совпадать. Если рассмотреть Ось X, как было сделано ранее, заметно, что количество зависимых событий уменьшилось (рисунок 16).

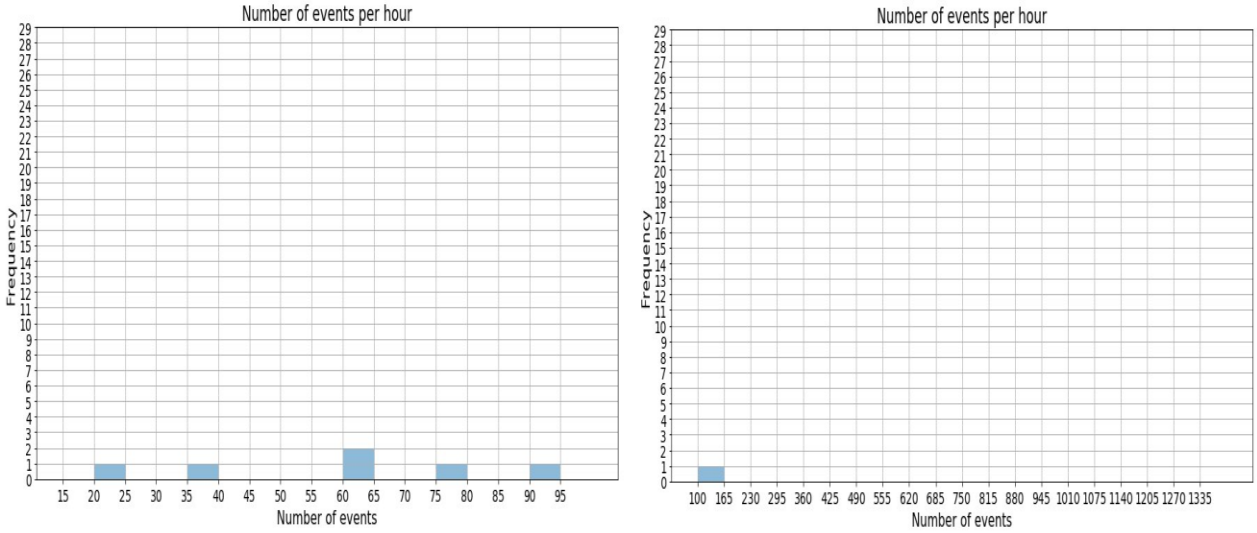


Рис. 16. Количество высокоинтенсивных событий

Предположение следующее: Оставшиеся события в действительности являются случайными. Для подтверждения данного факта можно воспользоваться статистическим тестом. Из-за проблемы того, что большую часть времени станции работают нормально, и большинство интервалов не имеют внутри себя событий, также из-за того, что распределение выборки не соответствует нормальному, использовать параметрический тест полагается нецелесообразным. В качестве анализа можно взять U тест Манна-Уитни, который является непараметрическим [4]. Необходимо подсчитать количество интервалов, где количество событий = [0,1,…,6]. В результате получилось два массива по 7 элементов в каждом

Оставшиеся события – array([6774, 1324, 331, 137, 71, 39, 18])

Теоретическое распределение – array([5763, 2384, 503, 73, 8, 1, 0])

Примененный тест [11] вернул следующий результат: MannwhitneyuResult(statistic=20.0, pvalue=0.30464007965205142)

P уровень значимости получился равным более *0,05*. Данная граница общепринято считается той, при достижении которой, можно наблюдать такие или еще более выраженные различия между выборками с большой вероятностью. Так как уровень значимости получился больше, нельзя отвергать Нулевую Гипотезу [12] (что выборки взяты из одной генеральной совокупности, т.е. значительно не отличаются) и можно считать, что в действительности остались преимущественно случайные события.

Заключение

В ходе данной работы был разработан эффективный метод решения поставленной задачи нахождения устойчивых последовательностей. Данная задача является актуальной, и результаты работы могут быть применены для разработки и внедрения «Экспертной системы» в систему мониторинга объектов телерадиовещания. Эффективность данных исследований зависит от степени полноты данных с объектов и вычислительных ресурсов исследователя. В данной работе все возможности анализа ограничивались неполнотой данных с объектов, из-за их недавнего введения в эксплуатацию, однако даже на таком этапе, достоверность большей части найденных эпизодов подтверждается как с точки зрения предметного знания, так и с точки зрения архитектуры самой системы.

ЛИТЕРАТУРА

[1] H. Mannila, H. Toivonen, A. I. Verkamo. Discovering frequent episodes in sequences Extended abstract [Текст] // KDD'95 Proceedings of the First International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. – Montréal: AAAI Press, 1995 – pp. 210- 215.

[2] Martin Atzmueller, Samia Oussena, Thomas Roth-Berghofer. Enterprise Big Data Engineering, Analytics, and Management [Текст]. – USA: IGI Publishing Hershey, PA, 2016 – 272p. – ISBN 1522502939.

[3] Mika Klemettinen and Pirjo Moen. Course on Data Mining (581550-4) [Электронный ресурс] / University of Helsinki. – презентация, 2001 (448 КБ)

[4] Non-Parametric Two-Sample Analysis: The Mann-Whitney U Test [Текст] // Geography 441 Quantitative Methods in Geography. – Shippensburg University; http://webspace.ship.edu

[5] Nikos Giatrakos, Alexander Artikis, Antonios Deligiannakis, Minos Garofalakis. Complex Event Recognition in the Big Data Era [Текст] // VLDB Endowment Volume 10, No. 12 - 2016-2017

[6] Mabroukeh, N. R.; Ezeife, C. I. A taxonomy of sequential pattern mining algorithms [Текст] // ACM Computing Surveys Volume 43 Issue 1. – NY, USA: ACM, 2010. – ISSN: 0360-0300

[7] Zohreh Sedighian, Mahdi Javanmard. The effect of data mining on expert systems used for improving efficiency of correct speech E-learning systems [Текст] // Advances in Natural and Applied Sciences, 8(10) Special. – AENSI Publisher, 2014 – pp. 102-106. – ISSN 1995-0772

[8] Egor Polusmak. Open Machine Learning Course. Topic 2. Visual Data Analysis with Python [Электронный ресурс] // Medium, 2012. https://medium.com/open-machine-learning-course/open-machine-learning-course-topic-2-visual-data-analysis-in-python-846b989675cd

[9] Moshe Zukerman. Introduction to Queueing Theory and Stochastic Teletraffic Models [Текст]. – City University of Hong Kong, M. Zukerman, 2013

[10] Michel Bierlaire. Simulating events: the Poisson process [Электронный ресурс] . – Transport and Mobility Laboratory. http://transp-or.epfl.ch/courses/OptSim2012/slides/05b-poisson.pdf

[11] Scipy documentation [Электронный ресурс] http://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.stats.mannwhitneyu.html

[12] Sander Greenland, Stephen J. Senn, Kenneth J. Rothman, John B. Carlin, Charles Poole, Steven N. Goodman, Douglas G. Altman. Statistical tests, P values, confidence intervals, and power: a guide to misinterpretations [Текст] // European Journal of Epidemiology, 2016, 31 – pp. 337–350

Кабдюшев И.Е., Игликов И.В., Туманбаева К.Х.

Телерадио хабарларын таратудың деректер мониторингіндегі тұрақты реттіліктерін іздеу алгоритмін жасау.

Түйіндеме. Бұл жұмыста телекоммуникациялық компаниялардың ақпараттар мониторингындағы оқиғалар үзінділерін анықтау үшін WINEPI алгоритм модификациясының жүзеге асырылуы ұсынылады. Телекоммуникациялық құрылғылар деректердің мониторингінің ерекшелігі - оларда тәуелді оқиғалар туралы деректердің болуы және туындау себебін тез табу қиындығы. Бұл жағдайда ұсынылып жатқан алгоритмнің қолданылуы ақаулықты анықтау және жою уақытын біраз азайтады. Оқиғалар болу ықтималдығы нөлдік квадрат матрицасының толтыруымен жүзеге асады және матрица өлшемі деректердегі бірегей оқиғалар санына сәйкес келеді. Матрица екі оқиға кездесетін уақыт интервалдарының санын есептеумен толтырылады. Уақытша интервалдар әр оқиға құрамында қарастырылады және қысқа және ұзақ уақыттағы тәуелділік секілді зерттеу мақсаттарына байланысты реттеуге болады.

Түйін сөздер: экспертті жүйе, тұрақты реттілік, машиналық оқу, тәуелділік табу, деректер анализі, Data Mining.

I.Y. Kabdyushev, I.V. Iglikov , K.Kh. Tumanbayeva

An algorithm development of stable sequence searching in data of broadcast network monitoring

Summary. In this study the modified WINEPI algorithm implementation to identify scenes of event within the monitoring data of telecommunication company is provided. The specific of monitoring data of telecommunication equipment is the availability of dependent events data, whereof to eliminate failures presents difficulty. In this regard the proposed algoritm application greatly reduces the check time and failures elimination. The probability of the pair of events occurrence is obtained by filling the square null matrix, where the size of matrix is equal to the amount of unique events in the dataset. The matrix is filled by counting the number of time intervals, where both of events are found. The time intervals are considered as a part of every event and can be regulated according to the study objectives, such as short-term or long-term dependances revealing.

Key words: expert system, stable sequences, computer-assisted learning, algorithm analysis, data analysis, Data Mining.

УДК 637.1/3

M.A. Ayazbekova, A.B. Yessenova
(Almaty technological university, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: essenova_06.07@mail.ru)

NUTRITIONAL VALUE AND SAFETY OF CAMEL MILK IN MANGISTAU REGION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Abstract. In this article, the nutritional value and indexes of chemical and biological safety of camel milk in Mangistau region of the Republic of Kazakhstan are considered. Mangistau region is located in the south-west of Kazakhstan, is an industrial region, where about 30% of Kazakhstan's oil is mined. Therefore providing an organism with valuable, health promoting properties requires consumption of dairy products.

Key words: camel's milk, nutritional value, microbiological and chemical safety.

М.А. Аязбекова, А.Б. Есенова
(Алматинский технологический университет,
Алматы, Республика Казахстан, e-mail: essenova_06.07@mail.ru)

ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ВЕРБЛЮЖЬЕГО МОЛОКА МАНГИСТАУСКОЙ ОБЛАСТИ РК

Аннотация. В статье рассматриваются пищевая ценность и показатели химической и биологической безопасности верблюжьего молока Мангистауской области РК. Мангистауская область расположена на юго-западе Казахстана, является промышленным регионом, где добывают порядка 30% нефти Казахстана. Поэтому для обеспечения организма ценными, лечебно-профилактическими свойствами, необходимо употребление молочных продуктов.

Ключевые слова: верблюжье молоко, пищевая ценность, микробиологическая и химическая безопасность.

Введение

Потребление верблюжьего молока очень популярно в Казахстане. Тысячелетиями жители Казахстана употребляли и употребляют по сей день верблюжье молоко как ценный, лечебно- профилактически напиток. Казахи считают, что у человека выросшего на верблюжьем молоке омолаживается организм, улучшается работа желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), укрепляется иммунная и нервная системы и является ценным натуральным диетическим напитком.

Верблюдоводством в Казахстане занимаются с древних времен, так как данная отрасль является выгодной, поскольку позволяет в условиях пустынного и полупустынного климата обеспечивать потребности населения в молоке, мясе и шерсти. В западных и в южных регионах Казахстана верблюжье молоко является главным продуктом питания.

Казахстан является промышленно развитой страной. В западных областях идет большая добыча нефти, работают нефте-химические заводы, выбросы которых ухудшают экологию. Во многих городах функционируют металлургические, фосфорные заводы химической промышленности, действуют угольные шахты, рудники. Все это отрицательно влияет на окружающую среду и на здоровье человека. Вследствие атомных и ядерных взрывов и военных испытаний, а также полетов в космос, значительно ухудшена экология нашей страны. В связи с чем употребление молочных продуктов для населения этих регионов крайне необходимо.

По статистическим данным 2017 г в Мангистауской области содержится около 30 % верблюдов Казахстана [1].

Как следует из литературных источников, верблюжье молоко по своим физико-химическим показателям является альбуминовым, и считается наиболее близким к материнскому молоку. Оно очень питательное и абсолютно безопасное для употребления. Верблюжье молоко считается противораковым [2], имеет антидиабетические свойства [3]. Высокое содержание ненасыщенных жирных кислот в молоке вносят свой вклад в общее диетическое качество [4,5]. Низкое количество казеина и отсутствие–лактоглобулина связанны с гипоаллергенным эффектом верблюжьего молока. Другие компоненты такие как лактоферрин, иммуноглобулины, лизоцим или витамин С, как полагают, играют важную роль в детерминизме этих свойств [6].

Верблюжье молоко можно считать хорошим источником белка, кальция, фосфора, витамина С и ниацина [7]. Кальций и фосфор укрепляют кости и зубы, железо предупреждает возникновение анемии, цинк и кобальт входят в состав жизненно важных клеточных ферментов организма. Молоко от верблюдов укрепляет иммунитет и здоровье в целом. В верблюжьем молоке по сравнению с коровьим в 10 раз больше железа и витамина С. Также верблюжье молоко содержит и ненасыщенные жирные кислоты как линолевую и линоленовую. На вид и вкус верблюжье молоко практически не отличается от коровьего, оно белого цвета, со сладковатым и чуть солоноватым привкусом, интенсивность которого определяется кормом животного и качеством воды [8].

Сегодня на молочном рынке Казахстана одной из самых старейших компаний по переработке верблюжьего молока является ТОО «Таушык» который находится в Манистауской области. Поголовье верблюдов в ТОО «Таушык» составляет 1639 голов, из них 740 - маточное поголовье. В основном производят шубат и шалап. Производственная мощность 900 литров в день. Средний удой с одного верблюда 4,7 литра в день. Суммарный удой в летнее время 435-450 литров, а в зимнее время 52-53 литров в день. Используется полностью собственное сырье.

Объект и методы исследования

Объектом исследования является натуральное верблюжье молоко (Camelus dromedarius) ТОО «Таушык» Мангистауской области. Исследования были проведены в лаборатории ТОО «Нутритест» г. Алматы

Физико-химические показатели содержание белка по ГОСТ 23327-98 Молоко и молочные продукты. Метод измерения массовой доли общего азота по Кьельдалю и определение массовой доли белка, жира по ГОСТ 5867-90Молоко и молочные продукты. Методы определения жира, углеводы по И.М. Скурихину, 1987, влага по ГОСТ 3626-73 Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества (с Изменениями № 1, 2, 3), зола по ГОСТ 15113,88-77 Концентраты пищевые. Методы определения золы. Титруемую кислотность по ГОСТ 3624-92 Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности и активную кислотность по ГОСТ 32892-2014 Молоко и молочная продукция. Метод измерения активной кислотности (с Поправкой). Содержание свинца и кадмия по ГОСТ Р 51301-99 Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрические методы определения содержания токсичных элементов (кадмия, свинца, меди и цинка), мышьяка по ГОСТ 26930-86 Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка (с Изменением № 1), ртути ГОСТ 26927-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути. Микробиологические показатели по ГОСТ 9225-84 Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа (с Изменениями №1, 2, 3, 4), ГОСТ 31659-2012 Метод выявления бактерий рода Salmonella, и антибиотики по МУК4.1.1912-2004 Определение остаточных количеств левомицетина (Хлорамфеникола, Хлормецитина) в продуктах животного происхождения методом высокоэффективной жидкостной хроматографии и иммуноферментного анализа, МУК 4.1.2158-2007 Определение остаточных количеств антибиотиков тетрациклиновой группы и сульфаниламидных препаратов в продуктах животного происхождения методом иммуноферментного анализа, МУК 4.2.026-95 Экспресс-метод определения антибиотиков в пищевых продуктах, ГОСТ Р 52842-2007 Молоко и молочные продукты. Методы иммунологического или бактериально-рецепторного анализа для определения остатков антибактериальных веществ.

Результаты и их обсуждения

Специалисты химии питания и технологи под качеством верблюжьего молока понимают совокупность свойств и характеристик, которые придают этому продукту способность удовлетворять потребности человека сбалансированными пищевыми веществами, а именно - содержанием белков, жиров и углеводов.

Наши экспериментальные исследования физико-химических показателей натурального верблюжьего молока (Camelus dromedarius) полученное от ТОО «Таушык» (Мангистауская область) представлен в таблице 1.

Таблица 1. **Физико-химические показатели натурального верблюжьего молока (Camelus dromedarius) Мангистауской области РК**

Наименование показателей, единицы измерений	Фактически получено
Белки, мг/100г	3,80±0,23
Жиры, мг/100г	5,7±0,34
Углеводы, мг/100г	5,23±0,26
Массовая доля влаги, %	84,38±4,22
Массовая доля золы, %	0,89±0,04
Энергетическая ценность, ккал/кДж/100г	87,41/366
Титруемая кислотность, ^{0}Т	16
Активная кислотность, pH	6,7

Исследования данного продукта, как видно из таблицы 1 характеризуют верблюжье молоко как ценный, легкоусвояемый продукт, с низкой энергетической ценностью.

Молоко и молочные продукты можно считать безопасным только при наличии доказательств, что их потребление не несут угроз здоровью и жизни людей нынешнего и будущего поколений.

Как известно различают химическую, биологическую и физическую безопасности пищевых продуктов [9]. Актуальность проблемы безопасности продуктов питании с каждым годом возрастает, поскольку именно обеспечение безопасности продовольственного сырья и продуктов питания является одним из основных факторов, определяющих здоровье людей и сохранения генофонда [10].

С каждым годом увеличивается промышленное применение ртути, кадмия, свинца, мышьяка и других тяжелых металлов. В сельскохозяйственной практике для борьбы с насекомыми и грызунами широко используют препараты тяжелых металлов (ртути, меди, цинка). Некоторые тяжелые металлы токсичны и представляют потенциальную угрозу для здоровья животных и для человека. Они поступают в окружающую среду и могут накапливаться в кормах и пищевых продуктах.

Большое количество тяжелых металлов могут выделяться в молоко при отравлении животных различными химическими препаратами. Отравления животных, например ртутью, возможны при использовании для кормовых целей зерна, потравленного ртутьорганическими соединениями (гранозаном, меркураном). При отравлении животных соединениями свинца, мышьяковистыми препаратами, медным купоросом в молоке содержится увеличенное количество свинца, мышьяка, меди.

Ртуть, свинец, кадмий, попадая в организм животного из кормов, вдыхаемого воздуха и через кожный покров, откладываются в различных органах и тканях. В молоко же выделяется лишь незначительная часть поступивших металлов, поэтому оно наименее загрязнено различными тяжелыми металлами. Так, среднее содержание ртути, свинца и кадмия в 1 л молока составляет 5-9 % допустимой суточной нормы поступления [11].

Наши экспериментальные исследования безопасности верблюжьего молока Мангистауской области РК по содержанию тяжелых элементов: свинца, кадмия, мышьяка и ртути были проведены в соответствии требованиями установленных Техническом регламенте Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) [12].

Результаты содержания свинца, кадмия, мышьяка и ртути представлены в таблице 2.

Таблица 2. **Содержание тяжелых металлов в натуральном верблюжьем молоке (Camelus dromedarius) Мангистауской области РК**

Токсичные элементы	Допустимые нормы по ТР ТС для безопасности продуктов	Фактически получено
Свинец	0,1	0,023
Кадмий	0,03	0,0009
Мышьяк	0,05	Не обн.
Ртуть	0,005	Не обн.

Анализ таблицы 2 показывает, что содержание количества тяжелых элементов в данном исследованном молоке не превышает установленных допустимых норм по ТР ТС 021/2011 для безопасности пищевых продуктов.

Гигиенические нормативы по микробиологическим показателям безопасности и пищевой ценности включают контроль за следующими группами микроорганизмов:

– санитарно- показательные, к которым относятся мезофильные аэробные и факультативно анаэробные микроорганизмы (КМАФАнМ), бактерии группы кишечных палочек - БГКП (колиформы), бактерии семейства Enterobacteriaceae, энтерококки;

– условно-патогенные микроорганизмы, к которым относятся E. coli, S.aureus, бактерии рода Proteus, B.cereus и сульфитредуцирующиеклостридии, Vibrioparahaemolyticus;

– патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы и Listeriamonocytogenes, бактерии рода Yersinia;

– микроорганизмы порчи - дрожжи и плесневые грибы, молочнокислые бактерии;

– микроорганизмы заквасочной микрофлоры и пробиотические микроорганизмы (молочнокислые и пропионокислые микроорганизмы, дрожжи, бифидобактерии, ацидофильные бактерии и др.) - в продуктах с нормируемым уровнем биотехнологической микрофлоры и в пробиотических продуктах [13,14].

Современные требования к безопасности молока отражены в техническом регламенте Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013) от 9 октября 2013 года № 67 и в Техническом регламенте Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) от 9 декабря 2011 г. № 880.

Безопасность пищевых продуктов в биологическом отношении определяется соответствием нормативов установленных в Техническом регламенте Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013) [15].

Целью микробиологической безопасности нашего исследования было определение микробиологических показателей, содержание антибиотиков в натуральном верблюжьем молоке полученного из

ТОО «Таушык» находящися в Манистауской области РК в соответствии установленных норм в Техническом регламенте Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013). Результаты исследований приведены в таблице 3.

Таблица 3. **Микробиологические показатели, содержание антибиотиков в натуральном верблюжьем молоке (Camelus dromedarius) Мангистауской области РК**

Наименование показателей, единицы измерений	Допустимые нормы по ТР ТС для молока и молочных продуктов	Фактически получено
Микробиологические КМАФАнМ, КОЕ/г(см^3), не более	$5*10^5$	$4,0*10^2$
Патогенные микроорганизмы, в.т.ч. сальмонеллы, в 25 г(см^3)	Не доп.	Не обн.
Антибиотики, мг/кг; Левомицитин Пеницилин Стрептомицин Тетрациклин гр	 Не доп. Не доп. Не доп. Не доп.	 Не обн. Не обн. Не обн. Не обн.

Анализ представленных данных в таблице 3 показывают высокую микробиологическую надежность верблюжьего молока, так как содержание КМАФАнМ и патогенных микроорганизмов в т.ч. сальмонеллы, а также содержание антибиотиков не превышает установленных норм в Техническом регламенте Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013).

Следовательно, санитарно-микробиологические исследования верблюжьего молока свидетельствует о безопасности их для человека в аспекте патогенных микроорганизмов.

Выводы

В литературных источниках по РК отсутствуют экспериментальные данные по пищевой ценности и безопасности верблюжьего молока (Camelus dromedarius) Мангистауской области РК.

Результаты экспериментальных исследований показывают, что натуральное верблюжье молоко (Camelus dromedarius) Мангистауской области РК является ценным пищевым продуктом, легкоусвояемым, с низкой энергетической ценностью-87,41 ккал. По результатам исследования оно является безопасным с биологической и физико-химической точки зрения, что важно для здоровья человека.

ЛИТЕРАТУРА

[1] http://stat.gov.kz/ Статистический сборник РК за 2017 г.

[2] Magjeed NA. Corrective effect of milk camel on some cancer biomarkers in blood of rats intoxicated with aflatoxin B1. J Saudi ChemSoc 2005; 9: 253-630.

[3] Agrawal RP, Swami SC, Beniwal R, et al. Effect of camel milk on glycemic control, risk factors and diabetes quality of life in type-1 diabetes: a randomised prospective controlled study. J Camel Pract Res 2003; 10: 45-50.

[4] Karray N, Lopez C, Ollivonn M, Attia H. La matièregrasse du lait de dromadaire: composition, microstructure et polymorphisme, Une revue. Oleaginous Fat Matter Lipid 2005; 12: 439-46.

[5] Konuspayeva G, Lemarie E, Faye B, Loiseau G, Montet D. Fatty acid and cholesterol composition of camel's (Camelusbactrianus, Camelusdromedarius and hybrids) milk in Kazakhstan. Dairy SciTechnol 2008; 88: 327-40.

[6] Konuspayeva G, Faye B, Loiseau G, Levieux D. Lactoferrin and Immunoglobin content in camel milk from Kazakhstan. J DairySci 2007; 90: 38-46.

[7] S. M. Shamsia. Nutritional and therapeutic properties of camel and human milks. International Journal of Genetics and Molecular Biology Vol. 1 (2), pp. 052-058, July, 2009 Available online at

[8] Сеитов З.С. Кумыс. Шубат. - Алматы, 2005 г. - с. 288

[9] Рогов И.А., Дунченко Н.И., Позняковский В.М. Безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов. - Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. - 227 с.

[10] Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. и др. Пищевая химия Издание 4-е, испр. и доп.- СПб.: ГИОРД, 2007-640 с

[11] https://www.kazedu.kz/Посторонние химические вещества

[12] Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (**ТР ТС 021/2011)**Утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880.

[13] Донченко Л.В. Безопасность пищевой продукции.: Учебник 2 издание./ Л.В.Донченко, В.Д.Надыкта. - М.: ДеЛи принт, 2007- с 539

[14] Мартинчик А.Н., Королев А.А., Несвижиский Ю.В. Микробиология, физиология питания, санитария. - 7-е издание., стер. - М.: Издательский центр "Академия", 2017. - 352 с.

[15] Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013) Принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 9 октября 2013 г. № 67.

Аязбекова М.А., Есенова А.Б.

ҚР Маңғыстау облысындағы түйе сүтінің тағамдық құндылығы мен қауіпсіздігі

Түйіндеме. Осы мақалада Қазақстан Республикасының Маңғыстау облысындағы түйе сүтінің тағамдық құндылы мен химиялық және биологиялық қауіпсіздік көрсеткіштері қарастырылған. Маңғыстау облысы Қазақстанның оңтүстік-батысында орналасқан, өнеркәсіптік аймақ болып табылады, мұнда Қазақстаның мұнайының 30% -ы өндіріледі. Сондықтан ағзаны бағалы, емдік-профилактикалық қасиеттермен қамтамасыз ету үшін сүт өнімдерін тұтыну қажет.

Түйінді сөздер: түйе сүті, тағамдық құндылық, микробиологиялық және химиялық қауіпсіздік.

Ayazbekova M., Yessenova A.

Nutritional value and safety of camel milk in mangistau region of the republic of kazakhstan

Summary. In this article, the nutritional value and indexes of chemical and biological safety of camel milk in Mangistau region of the Republic of Kazakhstan are considered. Mangistau region is located in the south-west of Kazakhstan, is an industrial region, where about 30% of Kazakhstan's oil is mined. Therefore providing an organism with valuable, health promoting properties requires consumption of dairy products.

Key words: camel's milk, nutritional value, microbiological and chemical safety.

УДК 519.217.2

T. A. Shmygaleva, U. M. Akylbekova
(Kazakh National University named after Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan, u.akylbekova@gmail.com)

CASCADE-PROBABILITY FUNCTIONS CONNECTION WITH MARKOV CHAINS FOR ELECTRONES, PROTONS AND IONS

Abstract. Cascade-probability functions (CPF) connection with Markov chains, as well as Markov processes The paper considers for electrons, protons, alpha particles, ions. Recurrence relations for the simplest, generalized CPF, CPF considering the energy losses for electrons, protons, alpha particles and ions are obtained from the known Kolmogorov-Chapman equation. CPF are obtained from recurrent ratios. It is proved that the expression for the primary knocked on atoms spectra is obtained from the Kolmogorov–Chapman equation. The case a particle does not change its trajectory after the collision is reviewed, the flow intensity depends on the time, and therefore on the depth of penetration.

Keywords: Markov chain, cascade-probability function, recurrence relations, probability, spectrum

Т. А. Шмыгалева, У. М. Акылбекова
(Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан, u.akylbekova@gmail.com)

СВЯЗЬ КАСКАДНО-ВЕРОЯТНОСТНЫХ ФУНКЦИЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОНОВ, ПРОТОНОВ И ИОНОВ С ЦЕПЯМИ МАРКОВА

Аннотация: В работе рассмотрена связь каскадно-вероятностных функций (КВФ) для электронов, протонов, альфа-частиц, ионов с цепями Маркова, а также Марковскими процессами. Из известного уравнения Колмогорова-Чэпмена получены рекуррентные соотношения для простейшей, обобщенной КВФ, КВФ с учетом потерь энергии для электронов, протонов, альфа-частиц и ионов. Из рекуррентных соотношений получены КВФ. Доказано, что выражение для спектров первично-выбитых атомов получается из уравнения Колмогорова–Чэпмена. Рассматривается случай, когда после соударения частица не изменяет направление своего движения, интенсивность потока зависит от времени, а следовательно и от глубины проникновения.

Ключевые слова: цепь Маркова, каскадно-вероятностная функция, рекуррентные соотношения, вероятность, спектр.

Введение

Марковская цепь является разновидностью Марковского процесса, в котором будущее зависит от прошлого через настоящее. Процесс взаимодействия частиц с веществом, а также с твердым телом, атмосферой Земли и др., описывается цепью Маркова, так как условные вероятности наступления каждого события при данном испытании однозначно определяются результатом предыдущего состояния.

Цепь Маркова полностью описывается заданием всех возможных вероятностей перехода, которые записываются в форме квадратной матрицы к-го порядка [1].

Основная часть

Цепь Маркова – это процесс с дискретными состояниями и дискретным временем, в связи с этим для перехода от Марковского процесса с дискретными состояниями и непрерывным временем к Марковской цепи нужно задать достаточно малый интервал глубин Δh, настолько малый, чтобы ни в одном из пуассоновских потоков, действующих на систему, не могло в интервале глубин Δh появиться более чем одно событие. Определим для каждой пары состояний (S_i , S_j), между которыми возможен переход $S_i \to S_j$, переходную вероятность $\psi_{ij}(h,\Delta h) = \psi_{ij}(k)$, которая соответствует некоторой глубине проникновения.

Пусть на некоторой глубине h' под углом γ к выбранному направлению (относительно перпендикуляра к поверхности образца) генерирована частица (электрон, нуклон, позитрон, первично-выбитый атом). Считаем, что после соударения частица не меняет направление своего движения, интенсивность потока не зависит от времени, а значит, и от глубины проникновения, т.е.

$$\lambda(h) = \lambda = const\,. \tag{1}$$

В дальнейшем везде вместо времени будем рассматривать глубину проникновения. Используя уравнение Колмогорова-Чэпмена для марковского процесса, а точнее [2]:

$$p_{in}(\tau,t) = \sum_{\nu} p_{i\nu}(\tau,s)p_{\nu n}(s,t)\,, \tag{2}$$

где $\tau < s < t$, получим рекуррентное соотношение для переходных вероятностей [3]:

$$\psi_{in}(h',h,\alpha_0) = \sum_{\nu} \psi_{i\nu}(h',h'',\alpha_0)\psi_{\nu n}(h'',h,\alpha_0)\,. \tag{3}$$

Но так как процесс непрерывен по глубине проникновения и частица всегда находится на определенной глубине, то вместо суммы будет интеграл, который берется по всей глубине от h' до h. Таким образом, получим данные соотношения [4]:

$$\psi_n(h',h,\alpha_0) = \int_{h'}^{h} \psi_k(h',h'',\alpha_0)\frac{dh''}{\alpha_0}\psi_{n-k-1}(h'',h,\alpha_0), \tag{4}$$

$$\Psi_n(h',h,\alpha_0) = \int_{h'}^{h} \Psi_{n-k-1}(h',h'',\alpha_0)\frac{dh''}{\alpha_0}\Psi_k(h'',h,\alpha_0),\ k = 1 \div (n-1). \tag{5}$$

Или в более простой форме[5]:

$$\Psi_n(h',h,\alpha_0) = \int_{h'}^{h} \Psi_0(h',h'',\alpha_0)\Psi_{n-1}(h'',h,\alpha_0)\frac{dh''}{\alpha_0}\,, \tag{6}$$

$$\psi_n(h',h,\alpha_0) = \int_{h'}^{h} \psi_{n-1}(h',h'',\alpha_0)\psi_0(h'',h,\alpha_0)\frac{dh''}{\alpha_0}\,, \tag{7}$$

где $\psi_n(h',h,\alpha_0)$ - вероятность того, что частица испытает n соударений, достигнув глубины h - вероятность перехода за n шагов; $\alpha_0 = \lambda\cos\gamma$; $\psi_{n-1}(h',h'',\alpha_0)$ - вероятность испытать частице (n-1) соударение - вероятность перехода за (n-1) шаг; $\psi_0(h'',h,\alpha_0)$ - вероятность того, что частица достигнет глубины h, не испытав при этом ни одного соударения - вероятность перехода за 1 шаг [6]; $\frac{dh''}{\alpha_0}$ - вероятность испытать частице соударение на глубине h''.

Из (7) при n=0 получим вероятность того, что частица достигнет глубины h, не испытав при этом ни одного соударения:

$$\psi_0(h',h,\alpha_0) = e^{-a} = e^{-\frac{h-h'}{\alpha_0}}\,, \tag{8}$$

где $a = \frac{h-h'}{\alpha_0}$.

Используя рекуррентное соотношение (7), получим вероятность частице достигнуть глубины *h*, испытав одно, два, … *n* соударений для случая, когда λ и θ не изменяются после столкновения[7]:

$$\psi_n(h',h,\alpha_0)=\left(\frac{h-h'}{\alpha_0}\right)^n\frac{1}{n!}\exp\left(-\frac{h-h'}{\alpha_0}\right). \qquad (9)$$

Из уравнения Колмогорова-Чэпмена получим рекурентное соотношение для вероятностей перехода, из которого получается КВФ с учетом потерь энергии для электронов[8].

В ряде случаев при взаимодействии заряженных частиц с твердым телом, при расчете спектров первично-выбитых атомов (ПВА) и др., нужно учитывать полные потери на ионизацию и возбуждение в процессе генерации ПВА, (в отличие от простейшей КВФ; где *λ(E,A)= const*). Представим зависимость аппроксимационной функции *σ(E)* от энергии электронов в виде:

$$\sigma=\sigma_0\left(1-\frac{1}{a(E_0-kh)}\right), \qquad (10)$$

где *a=const* ; *k=const*;

(*k* - коэффициент, учитывающий удельные ионизационные потери), то вероятность того, что частица не испытывает ни одного соударения запишется в виде [9]:

$$\psi_0(h',h,E_0)=\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)^{1/\lambda_0 ak}\exp\left(-\frac{h-h'}{\lambda_0}\right), \qquad (11)$$

где $\lambda_0=\frac{1}{\sigma_0}$, h', h - пробег, глубины генерации и регистрации соответственно, E_0 - первоначальная энергия частицы.

Используя рекуррентное соотношение:

$$\psi_n=\int_{h'}^{h}\psi_{n-1}(h',h'',E_0)\psi_0(h'',h,E_0)\frac{1}{\lambda_0}\left[1-\frac{1}{a(E_0-kh'')}dh''\right], \qquad (12)$$

получим вероятность того, что электрон достигнет глубины *h* после первого взаимодействия[10]:

$$\psi_1(h',h,E_0)=\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)^l\exp\left(-\frac{h-h'}{\lambda_0}\right)\frac{1}{\lambda_0}\left[\frac{h-h'}{1!}-\frac{1}{ak}*\ln\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)\right],$$

где $l=\frac{1}{\lambda_0 ak}$.

Рассчитаем $\psi_2(h',h,E_0)$:

$$\psi_2(h',h,E_0)=\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)^l\exp\left(-\frac{h-h'}{\lambda_0}\right)\frac{1}{\lambda_0^2}*\left[\frac{(h-h')^2}{2!}-\frac{h-h'}{ak}\ln\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)+\frac{1}{2a^2k^2}\ln^2\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)\right].$$

Вычислим вероятность того, что частица достигает глубины *h* после 3-го взаимодействия:

$$\psi_3(h',h,E_0)=\frac{1}{\lambda_0^3}\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)^l\exp\left(-\frac{h-h'}{\lambda_0}\right)\left[\frac{(h-h')^3}{3!}-\frac{(h-h')^2}{2!ak}-\ln\left(\frac{E_o-kh'}{E_0-kh}\right)+\right.$$
$$\left.+\frac{(h-h')}{2!a^2k^2}\ln^2\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)-\frac{1}{3!a^3k^3}\ln^3\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)\right].$$

Найдем аналогичную вероятность после четвертого взаимодействия:

$$\psi_4(h',h,E_0)=\frac{1}{\lambda_0^4}\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)^l\exp\left(-\frac{h-h'}{\lambda_0}\right)*\left[\frac{(h-h')^4}{4!}-\frac{(h-h')^3}{3!ak}\ln\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)+\right.$$

$$+\frac{(h-h')^2}{2!2!a^2k^2}\ln^2\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)-\frac{(h-h')}{3!a^3k^3}\ln^3\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)+\frac{1}{4!a^4k^4}\ln^4\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)\Bigg],$$

и так дальше после n-го взаимодействия:

$$\psi_n(h',h,E_0)=\frac{1}{\lambda_0{}^n}\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)^l\exp\left(-\frac{h-h'}{\lambda_0}\right)*$$

$$\left[\frac{(h-h')^n}{n!}-\frac{(h-h')^{n-1}\ln\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)}{(n-1)!ak}+\frac{(h-h')^{n-2}}{2!(n-2)!a^2k^2}*\ln^2\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)+\ldots+\frac{(-1)^n}{n!a^nk^n}\ln^n\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)\right].$$

Или

$$\psi_n(h',h,E_0)=\frac{1}{\lambda_0{}^n}\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)^l\exp\left(-\frac{h-h'}{\lambda_0}\right)*\sum_{i=0}^{n}\frac{(-1)^i(h-h')^{n-i}}{i!(n-i)!a^ik^i}\ln^i\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right). \quad (13)$$

Преобразовав полученное выражение, имеем [11]:

$$\psi_n(h',h,E_0)=\frac{1}{n!\lambda_0{}^n}\left(\frac{E_o-kh'}{E_0-kh}\right)^l\exp\left(-\frac{h-h'}{\lambda_0}\right)*\left[(h-h')-\frac{\ln\left(\frac{E_0-kh'}{E_0-kh}\right)}{ak}\right]^n. \quad (14)$$

В связи с тем, что электрон в процессе генерации ПВА теряет энергию на ионизацию и возбуждение, а также что электрон и ПВА сохранят направление первоначального движения, $w(E_0,E_2,h)$ определяется следующей формулой:

$$W(E_0,E_2,h)=\sum_{i=0}^{i_1}\int_0^h\left(\frac{h'}{\lambda_1}\right)^i\frac{1}{i!}\exp\left(-\frac{h'}{\lambda_1}-\frac{h-h'}{\lambda_2}\right)*\frac{\omega(E_0,E_2,h')}{\lambda_2}\ \frac{dh'}{\lambda_1} \quad (15)$$

В данном выражении под знаком интеграла содержится произведение вероятностей. Перечислим их[12]:

$$1.\left(\frac{h'}{\lambda_1}\right)^i\frac{1}{i!}\exp\left(-\frac{h'}{\lambda_1}\right)=\psi_{ik}, \quad (16)$$

ψ_{ik} - вероятность того, что электрон достигнет глубины h' после (n-1)-го соударения с условием, что произошло предыдущее событие, а точнее на некоторой глубине сгенерировалась первичная частица - электрон.

2. $\omega(E_0,E_2,h')=\psi_{km}$ - условная вероятность образования первично-выбитого атома с энергией E_2 от электрона с энергией E_0 после n-кратного соударения.

3. $\exp\left(-\frac{h-h'}{\lambda_2}\right)/\lambda_2=\psi_{ms}$ - условная вероятность того, что ПВА, который образовался на глубине h', в n-кратном взаимодействии электрона с веществом достигнет глубины h.

Спектр ПВА $W(E_0,E_2,h)$ есть вероятность того, что от 1-го электрона с энергией E_0 образуется определенное количество вторичных частиц с энергией E_2 на глубине h.

В общем случае все функции $\psi_{ik},\psi_{km},\psi_{ms}$ представляют собой вероятности перехода для цепи Маркова, соответственно из i-го состояния в j-е; из j-го в k-е; из k-го в s-е.

Уравнение Колмогорова-Чэпмена запишется в следующем виде:

$$\psi_{ij}=\sum_k\sum_m\Psi_{ik}\cdot\Psi_{km}\cdot\Psi_{ms}, \quad (17)$$

$\psi_{ij} = W$ - вероятность перехода из i-го состояния в j-е.

Определим спектр ПВА $W(E_0,E_2,h)$ для протонов и альфа-частиц. В случае того, что падающая частица (протон или α-частица) сохранят направление движения и потеряют энергию на ионизацию и возбуждение в процессе генерации ПВА, $W(E_0,E_2,h)$ считывается формулой[13]:

$$W(E_0,E_2,h) = \sum_{n=0}^{n_1} \int_{h-k\lambda_2}^{h} \psi_n(h') \exp\left(-\frac{h-h'}{\lambda_2}\right) \frac{\omega(E_1,E_2,h')}{\lambda_1(h')} \frac{dh'}{\lambda_2}, \tag{18}$$

где n_1 - максимальное число упругих столкновений, $\psi_n(h')$ - каскадно-вероятностная функция с учетом потерь энергии для α-частиц или протонов после n-го числа взаимодействий на глубине генерации h', которая вычисляется по формуле:

$$\psi_n(h') = \frac{1}{\lambda_0{}^n}\left(\frac{E_0}{E_0-kh'}\right)^{-\frac{1}{\lambda_0 ak}} \exp\left(-\frac{h'}{\lambda_0}\right)\sum_{i=0}^{n}\frac{h'^{n-i}\ln^i\left(\frac{E_0}{E_0-kh'}\right)}{i!(n-i)!a^i k^i},$$

$$\lambda_1(h') = \frac{1}{\sigma_0 n\left(1+\frac{1}{a(E_0-kh')}\right)} * 10^{24} \text{ (см)}. \tag{19}$$

Формулу (18) можно записать уравнением Колмогорова-Чэпмена, в случае когда налетающей частицей является α-частица либо протон. Очевидно, что процесс взаимодействия протонов и α-частиц с твердым телом, образования первично-выбитых атомов описывается цепью Маркова.

В выражении (18) под знаком интеграла содержится произведение вероятностей. Перечислим их:

$$\frac{1}{n!\lambda_0^n}\left(\frac{E_0}{E_0-kh'}\right)^{-l} \exp\left(-\frac{h'}{\lambda_0}\right)\left[h' + \frac{\left(\frac{E_0}{E_0-kh'}\right)}{ak}\right]^n = \psi_{ik}, \tag{20}$$

ψ_{ik} – вероятность того, что α-частица или протон достигнет глубины h' после $(n-1)$-го соударения с условием, что произошло предыдущее событие, на некоторой глубине была генерирована первичная частица – протон или альфа-частица.

1. $\omega(E_0,E_2,h') = \psi_{km}$ – условная вероятность образования первично-выбитого атома с энергией E_2 от протона или α-частицы с энергией E_0 после n-кратного соударения.

2. $\exp\left(-\frac{h-h'}{\lambda_2}\right)/\lambda_2 = \psi_{ms}$ – условная вероятность того, что ПВА, образовавшийся на глубине h' в n-кратном взаимодействии протонов или альфа-частиц с веществом, достигнет глубины h.

Спектр ПВА при ионном облучении определяется соотношением[14]:

$$W(E_0,E_2,h) = \sum_{n=n_0}^{n_1} \int_{h-k\lambda_2}^{h} \psi_n(h') \exp\left(-\frac{h-h'}{\lambda_2}\right) \frac{w(E_1,E_2,h')dh'}{\lambda_1(h')\lambda_2}, \tag{21}$$

В выражении (21) под знаком интеграла содержится произведение вероятностей. Перечислим их:

$$\frac{1}{n!\lambda_0^n}\left(\frac{E_0}{E_0-kh'}\right)^{-l} \exp\left(-\frac{h'}{\lambda_0}\right)\left[\ln\frac{\left(\frac{E_0}{E_0-kh'}\right)}{ak} - h'\right]^n = \psi_{ik}, \tag{22}$$

ψ_{ik} – вероятность того, что ион достигнет глубины h' после $(n-1)$-го соударения при условии, что произошло предыдущее событие, а именно на некоторой глубине была генерирована первичная частица – ион [15].

2. $\omega(E_0, E_2, h') = \psi_{km}$ – условная вероятность того, что образовался первично-выбитый атом с энергией E_2 от иона с энергией E_0 после *n*-кратного соударения.

3. $\exp\left(-\frac{h-h'}{\lambda_2}\right)/\lambda_2 = \psi_{ms}$ – условная вероятность того, что ПВА, образованный на глубине h' в n-кратном взаимодействии ионов с веществом, достигнет глубины h.

Спектр ПВА $W(E_0, E_2, h)$ есть вероятность того, что от 1-го иона с энергией E_0 образуется определенное количество вторичных частиц с энергией E_2 на глубине h.

Выводы

Таким образом, процесс взаимодействия электронов, протонов, альфа-частиц и ионов с твердым телом и образования первично-выбитых атомов можно описать цепью Маркова. Рекуррентные соотношения для вероятностей перехода представлены в виде произведений соответствующих условных вероятностей. В работе показано, что каскадно-вероятностные функции связаны с уравнениями Колмогорова-Чэпмена, а все процессы, описываемые в рамках этого метода, являются Марковскими. В предельных случаях все КВ-функции переходят в распределение Пуассона.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Гутер Р.С., Овчинский Б.В. Основы теории вероятностей. - М.: Просвещение, 1967. - 159 с.

[2] Феллер В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. - М.: Мир, 1984. - Т.1. - 527 с.

[3] Купчишин А.А., Купчишин А.И., Шмыгалева Т.А. Расчет спектров ПВА и концентрации дефектов как часть марковских процессов //Вычислительные технологии. - Вестник КазНУ. - №4(32). Новосибирск-Алматы, 2002. - С.77-79.

[4] Шмыгалева Т.А. О связи каскадно-вероятностного метода с уравнением Колмогорова–Чэпмена и распределением Пуассона //Вестник МОНРК. - Алматы, 2000. - N 5. - С.89-95.

[5] Купчишин, А.И., Купчишин, А.А., Шмыгалева, Т.А., Тогамбаева, А.К. О связи каскадно-вероятностного метода с уравнением Колмогорова- Чепмена // Труды 6-й международной научной конференции и 4-й всероссийской школы конференции молодых ученых «Радиационно- термические эффекты и процессы в неорганических материалах». – Томск: ТПУ, 2008. - С. 291–299.

[6] А.И. Купчишин, Т.А. Шмыгалева, С.Т. Джаныбекова, М.К. Кумисбек. Связь каскадно-вероятностных функций с уравнением Колмогорова-Чэпмена //Материалы XLI Международной научно-практической конференции КазАТК им. М. Тынышпаева на тему: «Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика»(3-4 апреля 2017 г.) - том 1 - Алматы: КазАТК, 2017 . – С.494-499.

[7] Босс Э.Г., Купчишин А.И. Решение физических задач каскадно-вероятностным методом.- Алма-Ата: Наука, 1988, т.1. - 112 с.

[8]А.А. Купчишин , А.И. Купчишин , В.М. Лисицын , Е.В. Шмыгалев , Т.А. Шмыгалева.О связи радиационных процессов с цепями маркова при протонном облучении //Сборник тезисов 9-ой Международной научной конференции «современные достижения физики и фундаментальное физическое образование» - Алматы, 2016 г. - С219-220

[9] Купчишин А.И., Шмыгалева Т.А. Расчет и анализ каскадно-вероятностной функции с учетом потерь энергии. // Вопросы физики твердого тела и оптики. - Алма-Ата: КазПИ, 1988. - С. 79-85.

[10] Купчишин, А.А., Шмыгалева, Т.А., Тогамбаева, А.К. Каскадно- вероятностные функции и Марковские процессы // Известия НАН РК. Сер. физико-математическая. – 2009. - № 1. - С. 48–51.

[11] Neronov V.S., Kupchishin A.I., Shmygaleva T.A., Boss E.G. Mathematical simulation of radiation induced disordering in electron – irradiated solids. Modelling, Simulation & Control, A, AMSE. Press Vol. 38, №1, 1991. - p. 25-34.

[12] Т.А. Шмыгалева, А. Тогамбаева, А.А. Купчишин, А.И. Купчишин, Связь процессов радиационного дефектообразования с цепями Маркова//7-я международная конференция «Взаимодействие излучений с твердым телом», 26-28 сентября 2007 г., Минск, Беларусь, С. 407-409.

[13] Купчишин, А.И., Купчишин, А.А., Шмыгалева, Т.А., Тогамбаева, А.К. Компьютерное моделирование радиационно-физических процессов при протонном и альфа–облучении и их связь с цепями Маркова // Труды международной Летней школы «Радиационная физика». – Бишкек, 2004. - С. 40–41.

[14] Купчишин, А.А., Купчишин, А.И., Шмыгалева, Т.А., Тогамбаева, А.К. Компьютерное моделирование концентрации радиационных дефектов в твердых телах, облученных тяжелыми ионами // Вестник КазНУ. Сер. физическая. - 2007. - № 1 (23). - С. 110–113.

[15] Купчишин, А.И., Купчишин, А.А., Шмыгалева, Т.А., Тогамбаева, А.К. Математическое моделирование каскадных областей и соединений при ионном облучении применительно к материалам химического машиностроения // Известия научно-технического общества «КАХАК»: материалы III международной научной конференции «Современные тенденции развития науки в центральной Азии». – Алматы, 2007. - № 17 (спец. вып.). - С. 69–70.

Шмыгалева Т. А., Акылбекова У. М.

Электрондар, протондар және иондар үшін каскадты- ықтималды функцияның марков қатарымен байланысы

Түйіндеме: Жұмыста электрондар, протондар және иондар үшін каскадты- ықтималды функцияның марков қатарымен, сонымен қатар Марков процестерімен байланысы қаралған. Колмогоров-Чэпменнің теңдеуінен қарапайым,жалпыланған КЫФ, электрондар, протондар, альфа-бөлшектер және иондар үшін энергияны жоғалту есебінен КЫФ рекуррентті арақатынасы алынған. Рекуррентті арақатынастан КЫФ алынған. Бастапқы-қағылған атомдардың спектрі үшін өрнек Колмогорова–Чэпмен теңдеуінен алынатыны дәлелденген. Соқтығысудан кейін бөлшек бағытын өзгертпейді деген жағдай қаралады, ағынының қарқындылығы уақытқа тәуелді, демек ену тереңдігіне де тәуелді.

Түйінді сөздер: Марков тізбегі, каскадты- ықтималды функция, рекуррентті арақатынастар, ықтималдық, спектр

Shmygaleva T. A., Akylbekova U. M.

Cascade-probability functions connection with markov chains for electrones, protons and ions

Summary. Cascade-probability functions (CPF) connection with Markov chains, as well as Markov processes The paper considers for electrons, protons, alpha particles, ions. Recurrence relations for the simplest, generalized CPF, CPF considering the energy losses for electrons, protons, alpha particles and ions are obtained from the known Kolmogorov-Chapman equation. CPF are obtained from recurrent ratios. It is proved that the expression for the primary knocked on atoms spectra is obtained from the Kolmogorov–Chapman equation. The case a particle does not change its trajectory after the collision is reviewed, the flow intensity depends on the time, and therefore on the depth of penetration.

Keywords: Markov chain, cascade-probability function, recurrence relations, probability, spectrum

ГРНТИ 86.21

Yeminalinova M.R., Abdibattayeva M.M.
(Kazakh National University named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan
E-mail: madina0794e@gmail.com)

WORKPLACE GREENING AT THE MINING COMPANY ALTYNTAU KOKSHETAU

Abstract. This article deals with the wprkplace greening employment at the Altyntau Kokshetau Mining Company. Several alternatives of workplace greening implementation programs were proposed in this work, as well as probable obstacles in the process of green employment at the company.

Key words: workplace greening, mining company, "Altyntau Kokshetau"

М.Р. Еминалинова, М.М. Абдибаттаева
(Казахский национальный университет им.аль-Фараби, Алматы, Казахстан
E-mail: madina0794e@gmail.com**)**

СОЗДАНИЕ ЗЕЛЕНЫХ РАБОЧИХ МЕСТ НА ГОРНОДОБЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ “ALTYNTAU KOKSHETAU”

Аннотация: В данной статье рассматривается вопрос о создании зеленых рабочих мест на горнодобывающем предприятии «Altyntau Kokshetau». В работе предложены несколько вариантов внедрения программ зеленых рабочих мест, также были предусмотрены возможные проблемы при создании зеленых рабочих мест на данном предприятии.

Ключевые слова: зеленые рабочие места, горнодобывающее предприятие, «Altyntau Kokshetau».

Переход к экологически устойчивой экономике привел к увеличению числа зеленых рабочих мест – рабочих мест нового типа, играющих существенную роль в озеленении предприятий и экономики. Определение зеленых рабочих мест и проведение их оценки являются инструментом, способствующим пониманию взаимосвязей между экологической устойчивостью и рынком труда [1].

В совместном докладе ЮНЕП 2017 года дается широкое определение зеленых рабочих мест, как любых рабочих мест, отвечающих принципам достойного труда, которые содействуют сохранению и качественному восстановлению окружающей среды, будь то в сельском хозяйстве, промышленности, в сфере услуг или управления. На практике эти рабочие места:

– снижают потребление энергии и сырья;

– ограничивают выброс вредных веществ;
– сводят к минимуму уровень отходов и загрязнения;
– сохраняют и восстанавливают экосистемы;
– позволяют предприятиям и общинам адаптироваться к изменению климата [1].

Важным элементом данного определения является то, что рабочие места должны не только быть зелеными, но и соответствовать принципам достойного труда, то есть это рабочие места, характеризующиеся продуктивной занятостью, предоставлением адекватных доходов и социальной защиты, соблюдением прав работников и предоставлением им права голоса в принятии решений, затрагивающих их жизнь. В этом определении отражены три аспекта устойчивого развития. Зеленые рабочие места – это достойный труд, значительно сокращающий негативное воздействие экономической деятельности на окружающую среду и ведущий в конечном итоге к созданию жизнеспособных предприятий и устойчивой экономики [2].

В данной статье рассматривается создание зеленных рабочих мест на горнодобывающем предприятии «Altyntau Kokshetau».

Объектом данного исследования является оценка воздействия на компоненты окружающей среды и здоровье рабочего персонала.

Цель исследования оценка негативного воздействия деятельности предприятия на компоненты окружающей среды и здоровье персонала АО «Altyntau Kokshetau» при штатном режиме и возможных аварийных ситуациях и создание зеленых рабочих мест.

Теоретическую и методологическую основу исследования составили фундаментальные и прикладные труды отечественных и зарубежных ученых по вопросам продвижения принципов «зеленой» экономики, рынка труда и его экологизации, создания и модернизации «зеленых» рабочих мест. В данной работе были использованы следующие методы: статистического, сравнительного анализа, экспертных оценок и расчетно-аналитический метод исследования.

Статистическая наука - это отрасль знаний, изучающая явления общественной жизни с их количественной стороны в неразрывной связи с их качественным содержанием в конкретных условиях места и времени. Статистическая практика - это деятельность по сбору, накоплению, обработке и анализу цифровых данных, характеризующих все явления в жизни общества [2]. Методом статистического исследования был определен комплекс факторов производственной среды, уровни которых часто превышают предельно-допустимые величины и показаны какие именно вредные факторы оказывают негативное влияние на состояние рабочего персонала данного предприятия.

С помощью расчетно-аналитического метода был проведен расчет выброса загрязняющих веществ в атмосферу от организованных и неорганизованных источников данного предприятия. При расчетно-аналитическом методе исследования определяется трудоемкость и продолжительность исследования на основе нормирования продолжительности отдельных этапов и операций. Предстоящая работа разделяется на отдельные элементы, для которых производятся расчеты ожидаемой трудоемкости и продолжительности с помощью эмпирически установленных формул [3].

Методом сравнительного анализа был проведен и выявлен возможный ущерб здоровью работников АО «Altyntau Kokshetau» до и после внедрения «зеленых» рабочих мест. Метод сравнительного анализа представляет собой метод, при котором производится сравнение нового состояния объекта с предыдущим состоянием или сравнение состояния одного объекта с другим, с которым сравнение может быть уместным. Сравнительный анализ является одним из основных методов, который применяется в научных исследованиях. Практически всегда формулировка или уточнение понятий зеленой экономики осуществляется с помощью сравнительного анализа. Метод сравнительного анализа может быть использован при изучении любых учетных данных и, следовательно, должен рассматриваться как общий прием. При сравнительном анализе сопоставляется содержание нескольких документов, отражающих однотипные операции. При этом, выявляют отклонения каких-либо специально вычисленных показателей одного документа от аналогичных показателей в других документах [4].

АО «Altyntau Kokshetau», дочерняя Компания ТОО «Казцинк», обеспечивает производство золота от добычи золотосодержащей руды до производства катодного золота (сплав Доре), предоставляя 2,000 рабочих мест специалистам из г. Кокшетау и других регионов Республики Казахстан. На 2017 год среднесписочная численность работников составляла более 2017 человека. Около 67% работников подвергаются вредным воздействиям, во время трудовой деятельности.

В ходе исследования было выявлено, что на работающих действует комплекс факторов производственной среды, уровни которых часто превышают предельно-допустимые величины (диаграмма 1).

Диаграмма 1. Комплекс вредных факторов на производстве «Altyntau Kokshetau»

В данной таблице по результатам исследования показаны, какие именно факторы оказывают вредное влияние на сотрудников предприятия.

Разберем методические аспекты оценки воздействия на компоненты окружающей среды. С учетом современного экологического состояния воздушной среды, почвенного и растительного покрова, флоры и фауны оценивается возможный масштаб воздействия на компоненты окружающей среды в пространственном и временном масштабах, а также его интенсивность.

В период реализации проекта выброс загрязняющих веществ осуществляться 9-ю неорганизованными источниками и 1 организованным (труба ДЭС). Неорганизованные источники представлены работой спецтехники на рытье котлованов и траншей, пересыпкой грунта, сдуванием пыли при перевозке грунта автосамосвалами, работой ДВС, сваркой и покраской.

За последний период в ходе работы предприятии «Altyntau Kokshetau» в атмосферу было выброшено загрязняющие вещества 14-ти наименований (диаграмма 2) и одна группа веществ, обладающих эффектом суммации вредного действия: диоксид серы + диоксид азота.

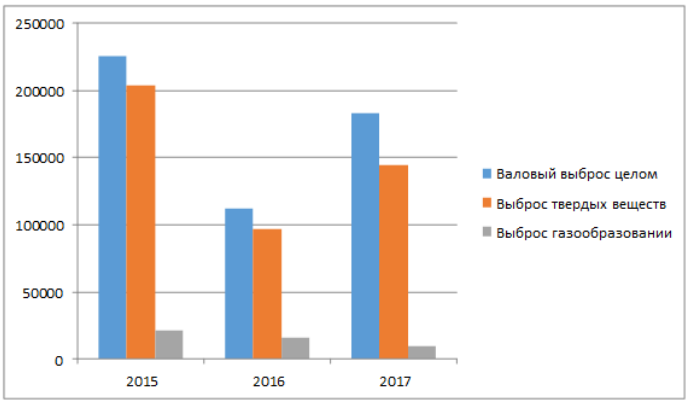


Диаграмма 2. Валовый выброс с 2015 по 2017г. на предприятии «Altyntau Kokshetau»

Валовый выброс целом за последний десять лет составил 2,360861т/год, из которых твердые составляют 0,385001 т/год (16,3%), газообразные 1,97586 т/год (83,7%). Выброс загрязняющих веществ от передвижных источников в период работы предприятия составляет 32,182т/год. В период эксплуатации при инвентаризации обнаружено 24 организованных источника загрязнения атмосферы, 21 из которых представлен трубами вентиляционных установок и 3 источника – горловинами резервуаров с ГСМ. Неорганизованные источники представлены пылением складов, въездом-выездом автомашин (пожарное депо, стоянки автотранспорта), насосами перекачки ГСМ, погрузочно-разгрузочными работами угля – всего 16 неорганизованных источников.

В период эксплуатации данного предприятия источниками выбрасываются в атмосферу вредные вещества 41-го наименования и 7 групп веществ, обладающих эффектом суммации вредного действия. Валовый выброс загрязняющих веществ в период эксплуатации составит 4655.577871 т/год, из которых твердые составляют 1420.994594 т/год (30%), газообразные 3234.583277 т/год (70%). Даны рекомендации по

минимизации техногенного воздействия на компоненты природной среды, платежам за эмиссии загрязняющих веществ (ЗВ) в окружающую среду, экологическому контролю, производственному мониторингу и охране окружающей среды. Предлагаются мероприятия по снижению экологического риска и созданию зеленых рабочих мест на горнодобывающем предприятии [3].

Также одним из опасных факторов на предприятии является электроустановки. Ввиду того, что в лаборатории имеется множество электроустановок, то есть серверов и компьютеров, к тому же их опора металлическая, там необходимо обязательное зануление и заземление нейтральной территории для установки четырех линий электропередачи напряжением 1000. Заземление предназначается для устранения опасности поражения человека электрическим током во время прикосновения к нетоковедущим частям, находящимся под напряжением. Это достигается путем снижения до безопасных пределов напряжения прикосновения и шага за счет малого сопротивления заземлителя. Областью применения защитного заземления являются сети переменного и постоянного тока с изолированной нейтралью источника напряжения или трансформатора. [4-5].

Таблица 1. **Воздействие оборудования на человека различной величины**

Ток, мА	Воздействие на человека	
Переменный ток	Постоянный ток	
0,5	Отсутствует	Отсутствует
0,6-1,5	Слабое дрожание пальцев	Отсутствует
2-3	Сильное дрожание пальцев	Отсутствует
5-10	Судороги сухожилия руки	Жжение
12-15	Трудно оторвать руку от провода	Сильное жжение
20-25	Рука постепенно парализуется	Сильное жжение
50-80	Парализование дыхания	Затруднение дыхания
90-100	При t>3 сек – парализование сердца	Паралич дыхания

Показатели смертности, вызываемой влиянием наиболее опасных мелкодисперсных частиц и выбросов диоксида серы, возрастают почти вдвое, дополнительная заболеваемость нижних дыхательных путей у работников бронхитом - на 15%, бронхиальной астмой (от выбросов диоксида серы) - на 35%; канцерогенный риск выбросов сажи - на 30%33.

Ущерб здоровью работников АО «Altyntau Kokshetau»	
До внедрения (действующее состояние рабочих мест)	После внедрения «зеленых» рабочих мест
Вызывали бронхит и бронхиальную астму у 15% работников	Предполагаемые заболевания не могут вызвать хронический бронхит
Заболевание опорно-двигательного аппарата вызвала у 10,4%	Не рассматривают такой риск
Травмы, несчастные случаи было 9,5%	В соответствие всем правилам техники безопасности не должны быть травмы
Болезни сердечно-сосудистой системы 8,5%	Исключили риски данных заболевании

Рассмотрим самые наиболее опасные места на предприятии, где риск фактора превышается и какие заболевания оно несет работникам см.таблица 2

Таблица 2. **Опасные зоны для здоровья человека и последствия**

Наименование опасных зон	Заболеваемость
Месторождение Васильковское	Простая асфиксия (удушье)
Месторождение Риддер-Сокольный	Химическая асфиксия
Место отработки старого хвостохранилища	Раздражение глаз, носа и гортани; острое угнетение дыхания Дыхательные ирританты, может вызвать рак Аноксия (кислородное голодание)

Подводя итоги проведенного исследования нами было установлено, что при создании зеленых рабочих мест на предприятии «Altyntau Kokshetau» будут задействованы следующие факторы.

Во-первых, в некоторых случаях будет модернизировано и усовершенствованно в производстве дополнительное оборудование для контроля за загрязнением окружающей среды.

Во-вторых, будут дополнительно внедрены и использованы возобновляемые источники энергии в энергоснабжении предприятия, например, солнечная энергия и энергия ветра.

В-третьих, повсеместное внедрение ресурсосберегающих технологий может значительно снизить образование отходов производства и вовлечь их в повторный оборот посредством вторичной переработки сырья.

В-четвертых, многие существующие рабочие места (особенно сантехники, электрики, рабочие-металлисты и строители) могут трансформироваться и измениться в результате «озеленения» повседневных рабочих навыков и методов работы.

Четвертый вид был разработан в результате совместной работы Международной организации труда (МОТ) и ЮНЕП, связанной с «зелеными» рабочими местами, а также в рамках последующей инициативы МОТ по организации учебных курсов и оказанию технической помощи в связи с данным вопросом [7].

В-пятых, необходимо увеличить меры по безопасности выброса загрязняющих веществ от передвижных источников в период строительства и реконструкции, валового выброса загрязняющих веществ в период эксплуатации.

Разумеется, в процесс создания всегда могут возникнуть ряд недостатков и препятствии на пути создания зеленых рабочих мест. Рассмотрим какие именно могут возникнуть на данном предприятии.

Первый набор недостатков относится к темпам прогресса, доступу к зеленым рабочим местам и качеству работы. Вообще процесс создания зеленых рабочих мест идет очень медленно и не может значительно повлиять на сокращение безработицы и занятость с неполным рабочим днем в мире. Более того, очень немногие рабочие места создаются именно для тех, кто в них нуждается в первую очередь: молодежь, женщины, бедные элементы общества в развивающихся странах, и те, кто страдает от проблем изменения климата. И, наконец, очень трудно создавать достойные рабочие места хорошего качества, когда в глобальной экономике поднимается неформальный сектор и процветает неравенство [8].

Второй вопрос, по которому необходима срочная специфическая и количественная информация. Он представляет из себя вопрос перехода к зеленой экономике предприятий и рабочих, которым будет нанесен ущерб в результате этого перехода, и которым предстоит адаптировать свою работу и доход к условиям изменения климата [9]. Самым большим препятствиям на пути зеленых экономик и рабочих мест является неустойчивый бизнес, который превалирует и зачастую остается более доходным. Те, кто был первым среди выступавших за зеленые технологии и деловые отношения между предприятиями, сегодня вынуждены вести войну против давления, оказываемого финансовыми рынками по вопросам быстрого возврата денег, и против конкурирующих компаний, привлекающих потребителей низкими ценами, но не включающих в эти цены расходы на охрану окружающей среды и социальные нужды. Связи с этим важно предусматривать данные возможные риски и недостатки [10].

Также важным факторов в развитие зеленых рабочих мест на предприятии «Altyntau Kokshetau» является развитие международных сотрудничеств. К примеру, рассмотрим несколько из них.

Инициатива "Зеленые рабочие места" нацелена на содействие возможностям и равенству, а также на то, чтобы побудить правительства, работодателей и работников начать диалог о согласованной политике и эффективных программах, ведущих к зеленой экономике с зелеными рабочими местами и достойной работой для всех [11-12].

Организация Объединенных Наций по промышленному развитию предложила «зеленый» план развития промышленности, в то время как Международная организация труда и ЮНЕП разработали совместную инициативу по «зеленым» рабочим местам. Встреча стимулировала диалог между участниками, позволила обменяться информацией и знаниями для обеспечения лучшего понимания проблем в деле создания «зеленых» рабочих мест и выявила перспективные инициативы и примеры «зеленых» рабочих мест для трудоустройства молодежи, в частности в Азиатско-Тихоокеанском регионе. В партнерстве с другими организациями Организации Объединенных Наций ЮНЕП и МОТ оказывают поддержку странам в рамках инициатив "Зеленая экономика" и "Зеленые рабочие места", с тем, чтобы разработать пути к экологически и социально устойчивому развитию [13].

Инициатива «Возможности для молодежи» преследует цель оказания помощи молодым государствам в деле достижения целей 2020 года, а инициатива «Новые навыки для новых рабочих мест» призвана обеспечить соответствие между потребностями рынка труда и навыками в области образования и учебной подготовки [14].

Инициатива «Зеленый мост» предлагает ряд программных областей и мероприятий для реализации Партнерства стран Европы, Азии и Тихого океана. ЭСКАТО также оказывала помощь в адаптации региональных подходов, таких как Астанинская инициатива «Зеленый мост», к условиям конкретных стран [15].

В результате международных связей развитие программ по созданию зеленых рабочих мест будет развиваться быстрее и наиболее эффективным положением [16].

Казахстан является значительно молодой страной, поэтому важнее то факт, что бы наши крупные предприятия внедряли и развивали зеленые рабочие места.

ЛИТЕРАТУРА

[1] United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya, 2017

[2] Костин В.Н., Тишина Н.А. Статистические методы и модели: Учебное пособие. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. – 138 с.

[3] Научная статья «Зеленые рабочие места в современном обществе», автор Ким А.О., журнал «Руснаук», выпуск №2, издание 7, стр. 177

[4] Безопасность жизнедеятельности: Учебник / Под ред. Проф. Э.А. Арустамова. – 10-е изд., перераб. и доп.- М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2006. – 476 с. С. 48

[5] Jobs and Prices in the West Coast Region: Hearing before the Joint Economic Committee, Congress of the United States, 94 Congress, Second Session, U.S. Government Printing Office, page 134.

[6] The British Spring: A Manifesto for the Election After Next, Demos, p. 26

[7] Исмагулова Г. Приоритеты зеленого развития: от идеи до реализации в Казахстане // Доклад на Казахстанской международной конференции «Механизмы сотрудничества для перехода к зеленой экономике: от стратегии к практике» в рамках выставки EcoTech-2012. – А.: 19-20 сентября 2012 г.

[8] Цуциев С. Аттестация рабочих мест по условиям труда- движение вперед или бег на месте// Человек и труд. -2009-№12. -С.50-53

[9] Brylkina A. V., Motasova E. A. Ensuring environmentally oriented economic growth by stimulating the introduction of environmental innovations. Ekonomika prirodopol’zovaniya. Obzornaya informatsiya [Environmental economics. Overview], 2014, no. 6, 160 p. (In Russian).

[10] Бобылев С.Н., Аверченков А.А., Соловьева С.В., Кирюшин П.А. Энергоэффективность и устойчивое развитие. — М.: Центр экологической политики России, 2010. – с.148-156

[11] Пахомова Н.В., Рихтер К.К., Малышков Г.Б. Проблемы модернизации и перехода к инновационной экономике // Проблемы современной экономики, N3 (43), 2012 г.

[12] Богданович, А. В. Устойчивое развитие и «зеленая» экономика: к итогам Конференции ООН по устойчивому развитию – 2012. – № 3.с. 139-145.

[13] Гнатюк Д. Аттестация рабочих мест по уловиям труда как элемент системы охраны труда // Человек и труд. - 2010-№2. -С.50-51.

[14] Kostenko A. Biofuels market in Russia and the environmental requirements for the production of biofuels. Uglublennoe lesopol’zovanie [Advanced forest], 2012, no. 2, pp. 38–41 (In Russian).

[15] Sotnik I. N., Efremova E. V. The economic justification for the use of pellets in heat. Mekhanizm regulirovaniya ekonomiki [The mechanism of regulation of the economy], 2011, no. 4, pp. 109–114(In Russian).

[16] Prus E. Striving for balance. Ekonomika Belarusi [Economy of Belarus], 2013, no. 1, p. 36 (In Russian)

Еминалинова М.Р., Абдибаттаева М.М.

“ALTYNTAU KOKSHETAU” өндірістік кәсіпорнында «жасыл» жұмыс орындарын құру

Түйіндеме: Мақалада "Altyntau Kokshetau" тау-кенді игеру өнеркәсібіндегі жасыл жұмыс аймағын қалыптастыру сұрағы қарастырылған. Берілген жұмыста жасыл жұмыс аймағын енгізу бағдарламасының бірнеше түрі ұсынылған, сондай-ақ аталған өнеркәсіпорнында жасыл жұмыс аймағын ққалыптастыруда кездесетін мәселелер қарастырылған.

Түйінді сөздер: «жасыл» жұмыс орындар, «Altyntau Kokshetau» тау-кең өндірісі

Yeminalinova M.R., Abdibattayeva M.M.

Workplace greening at the mining company altyntau kokshetau

Summary. This article deals with the wprkplace greening employment at the Altyntau Kokshetau Mining Company. Several alternatives of workplace greening implementation programs were proposed in this work, as well as probable obstacles in the process of green employment at the company.

Key words: workplace greening, mining company, "Altyntau Kokshetau"

UDK 004.93

N.K. Beisov
(Faculty of Information Technology, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
e-mail: beisov@list.ru)

REVIEW OF MEANS OF EXISTING THE RECOGNITION OF GESTURES IN HUMAN-COMPUTER INTERACTION SYSTEMS

Abstract: In recent years, our society has focused on the development of information technology, tomorrow's computing environments will go beyond the keyboard, mouse and will require automatic control and interpretation of human movements using a variety of sensors, including video cameras. Gesture recognition is effectively used as an interface between people and computers for a long period of time. In this article, we offer several methods for recognizing gestures based on observations. In addition to describing a number of important technologies and gesture recognition algorithms, this article provides an overview of gesture recognition studies and the possibility of using gesture recognition in human interaction. One of the methods of human-machine interaction is a method based on the recognition of a person's gestures. Typically, gesture recognition systems are unable to handle systematic changes in the input signal, and therefore are too fragile to successfully apply in many real-world situations. To solve this problem, we recommend that you recognize the gestures and adapt the gesture model to the situation.

Key words:human-computer interaction, gesture recognition, situation.

Introduction

In recent years, our society has focused on the development of information technologies, tomorrow's computing environments will go beyond the keyboard, mouse and will require automatic control and interpretation of human movements using a variety of sensors, including video cameras. These environments will realize the needs for new types of human-computer interaction with interfaces. Such interfaces are natural and easily used in interaction with a computer without any special external equipment. Today, the keyboard, mouse and remote control are used as the main interface for transmitting information and commands for computerized equipment. Computer recognition gestures can provide a natural computer interface that allows people to specify or rotate the computer model design by turning their hands. Gestures can be classified into two categories: static and dynamic. The use of gestures as a natural interface serves as a motivating force for the exploration of gestures, its representations, and methods of recognition. Surveys conducted in human-computer interaction (HCI) and focuses on a variety of applications that use gestures for effective interaction. As an example of this interaction is some applications with three-dimensional information, such as visualization, computer games and robot control, other interfaces. In our daily life, we use computerized equipment that enables us to communicate with people in such way, by understanding the visual inputs.

General understanding of human-computer interaction and gestures

Human-computer interaction is a disciplinary scientific direction, which is engaged in improving the methods of development, the introduction of interactive computer systems intended for human use. Human-computer interaction requires understanding the terminology of gestures. A gesture is the sign movement of the hands, feet, or other parts of the human body. The term can be considered in a broad and narrow sense. In a broad sense, gestures are all movements, poses, distance between companions. In the narrow sense, this word means only the movement of the hands.

In human-computer interaction, gesture recognition acts as a system, a combination of hardware and software. These means are designed to identify certain human gestures.

Human-computer interaction studies the methods of interaction of a person with a computer. This interaction is understood as communication between a person and a computer. One of the methods of human-machine interaction is a method based on the recognition of a person's gestures.

Gesture recognition and gesture-based interaction are increasingly focusing on the human-computer interaction area. The hand is widely used for gesticulation compared to other body parts because it is a natural medium for communication between people and therefore the most suitable tool for human-computer interaction. Interest in the recognition of gestures motivated by significant research, which were summarized in several surveys, directly or indirectly related to the gesture of recognition.

The purpose of this article is to review the methods in human-computer interaction. The basis of visual information is computer vision systems, the corresponding interfaces can be supplemented or replaced with traditional ones based on keyboard, mouse, remote control, data gloves or speech. Examples of appliance the system of the gestures recognition are:

• control of consumer electronics;
• interaction with computer vision systems;
• control of mechanical systems;
• computer games.

Methods of recognition gestures

The main advantages of using a computer vision system are that visual information allows you to communicate with computer equipment at a distance, without need of physical contact with the equipment for management. Gestures have advantages in a noisy voice environment, in situations where voice commands would not be accepted, as well as for the transmission of quantitative information and spatial relationships. The user must be able to operate the equipment without special external equipment, for example, a remote control. It should be emphasized that our goal is not to study gestures related to our speech or sign language. The aim is to study gestures for various control tasks in human-computer interaction [2]. Intellectual interfaces - recognition of gestures, faces and eye tracking and speech recognition.

The modern level of development of information technologies, algorithms and methods contributes to the emergence of new interfaces for human-computer interaction. One of the promising options is the development and research of human-computer interfaces based on the recognition of gestures. The developers of such interfaces are tasked to use natural ways of communicating with a computer using gestures, facial expressions, voice, etc. The main task of expanding human-computer interaction is the development of a common methodology for detecting and recognizing dynamic gestures of a person. To solve this problem, it is necessary to develop an algorithm for the analysis of gesture recognition based on existing methods of detecting and recognizing a person's gestures.

One of the methods of recognizing gestures is the method - Viola-Jones - an algorithm that allows you to detect objects on images in real time. This method was proposed in 2001 by Paul Viola and Michael Jones. This method is fundamental for finding objects on the image in real time in the majority of existing algorithms of recognition and identification [3,4]. It is also one of the best in terms of the ratio of recognition efficiency and speed of operation. The algorithm shows excellent results and recognizes objects at a small angle, up to about 30 degrees, under different lighting conditions.

The first appearance of the Kinect deep camera in 2010, the gestures sensors of the recognition system, opened the opportunity to improve of the urgency of the problem. The Kinect software is designed to determine the state of the main body of the human body. However, there is no mechanism for recognizing dynamic physical movements, and actual software is shut down, for a basic method a large database is required of all possible human states, required for classifier training. In general, the solution of problems associated with the recognition of complex physical gestures, is at an initial level. The variety of movements and human understanding is so great that the problem of recognizing them by the computer will remain relevant for a long time [5,14].

Kinect's capabilities include a wide range of modern industries. This device has been used in many studies as an alternative to the cheapest sensor to monitor system performance. In the future, it can be used to prevent certain diseases, under the supervision of human health, for example, Parkinson's disease, to determine a person's behavior with the help of Kinect. Poses of vertical track legs, length of steps, as well as in patients with Alzheimer's syndrome. Kinect takes a special place in expanding opportunities for the elderly. Additional sincerity is a technology that combines realistic objects with computer graphics objects from different sources [6,7,12].

Additional sincerity using Kinect can be illustrated by the following fields of science and technology:
• training systems;
• design and engineering;
• cartography and tourism industry;
• QR codes.

Kinect allows the user to interact with the virtual environment through oral commands, bodybuilding, objects and videos [8]. Let's list the functions that can be performed using the Windows SDK software library:
• View one or more people in front of the sensor by recognizing the skeleton;
• Detection of the camera distance from the sensor to the object;
• Vocal hearing.

Using these functions, Kinect can also be used to integrate a virtual environment with additional sophistication. The Kinect sensor consists of an infrared ray, an infrared camera and an RGB camera. The present inventors describe the depth as a process triangulation. To create a projected permanent picture in a video, the laser set generates one radiation divided into several parts by a diffraction grating. It is captured by infrared camera connected to the reference image. The reference model is determined by the detection of the plane at a given distance and remains in the sensor memory. When the projection object is projected, the distance to

the sensor is greater or less than the final plane. The distance to the sensor for each pixel can be obtained with the help of the corresponding inequality [9,10,11]. There is a transition of point clouds to a polygonal model (triangulation). For the triangulation of a three-dimensional cloud, different approaches are used. They consist of various algorithmic calculations, the requirements for the process of determining the structure, and various ways of obtaining results (triangles). Let's consider various ways of triangulation of a three-dimensional cloud and the possibility of using them. Figure 1 shows a model of point clouds using Delon triangulation.

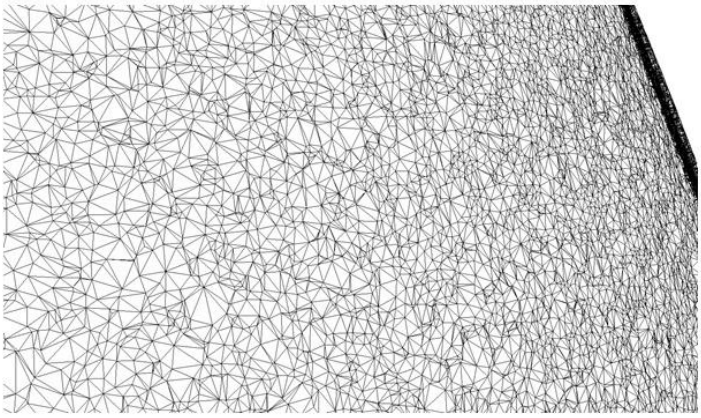


Figure 1. Example of triangulation for a three-dimensional point cloud

Triangulation methods that can be used for a continuous cloud of any point size can be described. A complete triangulation algorithm works very quickly, but some applications require processing. The method of topological triangulation works automatically[16]. However, the higher the durability, the longer its duration. The average length of triangular walls is called resolution.

Conclusion

In this article, we discussed how to recognize gestures in human-computer interaction systems. Numerous methods for gestures have been evaluated for the proposed core technologies in gesture recognition systems. At this stage, technology has a great potential for development, as they are a solution to the existing problem of human-computer interaction. Based on these methods, the following works were performed:

- The analysis of existing software methods for recognizing gestures in human-computer interaction systems.
- A comparative analysis of the most interesting methods of recognizing gestures.
- The analysis and identification of many commands necessary for interaction with the system.
- The quality of recognition of the proposed methods was evaluated on the basis of the tests carried out.

In the article methods of recognition of gestures are considered. The current state of the application of gesture recognition systems indicates that desktop applications are the most implemented applications for gesture recognition systems. Future studies in gesture recognition systems will provide an opportunity for researchers to create effective systems that are associated with basic technologies in the existing state of enabling technologies for gesture representations and recognition systems in general. In the future, we use the triangulation method for recognizing gestures in human-computer interaction systems.

REFERENS

[1] Amit B., Dagan E., Gershom K., Alon L., Jinon O., Yaron Y. Enhanced interactive games by mixing the whole body tracking and gesture animation. Proceedings of ACM SIGGRAPH ASIA 2010 sketches; Seoul, Korea. December 15-18, 2010.

[2] Chang YJ, Chen SF, Huang JD Kinect based on physical rehabilitation: Pilot study for young people with impaired motor functions. Place of residence Deviation Disabil. 2011; 32: 2566-2570

[3] Forsythe D., Pons G. Computer vision. Modern approach / Trans. with English. A.V. Nazarenko and I.Yu. Doroshenko .- M .: Publishing. house "William", 2004.- 928 p.

[4] Huang T.S. and others. Fast algorithms in digital image processing. - M.: Radio and Communication, 1984- 224 p.

[5] Andrew DW Use the depth of the camera as a touch sensor. Proceedings of the ACM International Conference on Interfaces and Surfaces; Saarbruecken, Germany. November 7-10, 2010.

[6] Gottfried JM, Fear J., Garbe CS Computational flow in the range of multimodal Kinect data. Proceedings of the 7th International Symposium on Visual Computing, ISVC 2011; Las Vegas, Nevada, United States. September 26-28, 2011; 758-767 p. Switzerland. March 6-9, 2011.

[7] 7.Kinect for Windows SDK, https://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh855347.aspx (date of review: 10.03.2015).

[8] Stawers J., Hayes M., Bainbridge-Smith Control A. Height in a quadrotor helicopter using depth maps from the Microsoft Kinect sensor. Proceedings of the IEEE International Conference on mechatronics, IWM 2011; Istanbul, Turkey. April 13-15, 2011; 358-362.

[9] Walker B., Caroline P., William D. S. Using depth information to improve face recognition. Proceedings of the 6th International Conference on Human-Robot Interaction; Lausanne, Switzerland. March 6-9, 2011.

[10] Kerimbayev NN, Nauryzbaeva NM, Kurmanali MA Relationship between human and machine through Kinect // Bulletin of KazNPU, Almaty, -2017, №3.

[11] *Kerimbayev N.N., Madiyeva B.A. (Republic of Kazakstan) PANA-TOMPKINS ALGORITHM IN ELECTROCARDIOGRAPH SYSTEM "HEARTBIT". // International scientific review of the problems and prospects of modern science and education. BOSTON.USA.April 24-25, 2017.*

[12] Karam M (2006) A framework for research and design of gesture based human–computer interactions. PhD Thesis, University of Southampton.

[13] Porta, M. Vision-based user interfaces: Methods and applications. *Elsevier, International Journal Human-Computer Studies, 2002*(57), pages 27-73.

[14] David Katuhe. Programming with the Kinect for Windows Software Development Kit, page 3, 2012.

[15] [Untitled Photograph of Kinect Sensors on Human Body] Retrieved March 10, 2013 from: http://gmv.cast.uark.edu/uncategorized/working-with-data-from-the-kinect/attachment/kinect-sensors-on-human-body/.

[16] Nahapetyan V.E., Human-computer multi-touch interaction using depth sensors // Interactive Systems: Problems of Human - Computer Interaction. Collection of scientific papers. − Ulyanovsk: USTU, 2013.

Бейсов Н. К.

Обзор средств, реализующих распознавание жестов в системах человеко-компьютерного взаимодействия

Резюме. В последние годы наше общество сосредоточилось на развитии информационных технологий, завтрашние вычислительные среды выйдут за рамки клавиатуры, мыши и потребуют автоматического контроля и интерпретации движений человека с использованием различных датчиков, в том числе видеокамер. Распознавание жеста эффективно используется в качестве интерфейса между людьми и компьютерами в течение длительного периода времени. В этой статье мы предлагаем несколько способов распознавания жестов на основе наблюдений.

Ключевые слова: взаимодействие человека с компьютером, распознование жестов, ситуация.

Бейсов Н. К.

Адам-компьютер әрекеттесуінің қимылдарды тануды жүзеге асырылуына шолу

Резюме. Соңғы жылдары біздің қоғамымызда ақпараттық технологияларды дамытуға үлкен назар аударылуда, ертеңгі есептеу орталары пернетақтаның, тышқанның және өзара әрекеттесу парадигмасын басқарады және түрлі сенсорларды, соның ішінде бейнекамераларды пайдаланатын адам қозғалысын автоматы түрде түсіндіруді талап етеді. Біз адамдардың іс-қимылдары бойынша бақылауларға негізделген қимылдарды танудың бірнеше әдістерін ұсынамыз. Бұл мәселені шешу үшін қимылдарды тану және қимыл модельдерін жағдайға бейімдеу әдістерін ұсынамыз.

Түйін сөздер: адам-компьютермен өзара әрекеттесу, қимылдарды тану, жағдай.

УДК 539.23:541.145

A.A. Markhabayeva[1], Kh.A. Abdullin[1,2], Sh.S. Syrym[1]

([1] Kazakh National University n.a. Al-Farabi, MES RK, Almaty, Kazakhstan

[2]National nanotechnology laboratory of public type of KazNU, Al-Farabi, MES RK, Almaty, Kazakhstan

aiko_marx@mail.ru)

ANNEALING TEMPERATURE EFFECT ON THE PARTICLES SIZE AND PHOTOCATALYTIC ACTIVITY OF TUNGSTEN OXIDE NANOPOWDERS

Abstract. A simple method for obtaining nanopowders of tungsten oxides using a fibrous matrix in the form of defatted cotton is proposed. A medical cotton and ammonium metatungstate were used as the precursors. The morphology of synthesized nanopowders was studied using scanning electron microscopy. And the structure of obtained samples was studied using X-ray phase analysis and Raman spectroscopy. The particle sizes were estimated from the spectra of X-ray analysis using the Scherrer's formula. Displacements of the Raman lines, changes in the shape and intensity of the Raman lines, as well as broadening of the X-ray reflections are observed with a decrease in the synthesis temperature, which is due to dimensional effects. The red shift of the Raman spectra is observed depending on the dispersion of the materials obtained. A simple and environmentally friendly technology of nanopowder synthesis has been developed that allows obtaining powders with the necessary dimensions.

Key words: tungsten oxide, nanopowders, Raman spectra, photocatalyst.

Мархабаева А.А.[1], Абдуллин Х.А.[1,2], Ш.С. Сырым
([1]Казахский национальный университет имени аль-Фараби МОН РК, Алматы, Казахстан
[2]Национальная нанотехнологическая лаборатория открытого типа КазНУ им. аль-Фараби МОН РК,
aiko_marx@mail.ru)

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОТЖИГА НА РАЗМЕРЫ ЧАСТИЦ И ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ НАНОПОРОШКОВ ОКСИДА ВОЛЬФРАМА

Аннотация. Предложен простой способ получения нанопорошков оксидов вольфрама с использованием волокнистой матрицы в виде обезжиренного хлопка. В качестве прекурсоров использовались медицинская вата и метавольфрамат аммония. Исследована морфология синтезированных нанопорошков с помощью сканирующей электронной микроскопии, а структура полученных образцов с помощью рентгенофазового анализа и рамановской спектроскопии. Размеры частиц оценены из данных рентгенофазового анализа с помощью формулы Шеррера. Наблюдаются смещения рамановских линии, изменение формы и интенсивности рамановских линии, а также уширение рентгеновских рефлексов при уменьшении температуры синтеза, что связано с размерными эффектами. Наблюдается красное смещение рамановских спектров в зависимости от дисперсности полученных материалов. Отработана простая и экологический чистая технология синтеза нанопорошков, которая позволяет получать порошки с необходимыми размерами.

Ключевые слова: оксид вольфрама, нанопорошки, рамановские спектры, фотокатализ.

Введение

В последнее время особенно большой интерес исследователей привлекают наноразмерные материалы оксидов вольфрама в связи с их уникальными электронными свойствами. Оксид вольфрама является полупроводником n-типа и имеет достаточную концентрацию свободных электронов, поэтому он находит применение как электрохромный [1], фотохромный материал [2], фотокатализатор [3] и материал для изготовления газовых сенсоров [4].

Для получения наночастиц оксида вольфрама могут быть использованы такие методы, как сонохимический синтез [5], осаждение из кислоты [6], термическое разложение [7], метод ионного обмена [8] и т.д. В настоящей работе представлен метод получения нанопорошков оксида вольфрама с использованием пиролитического разложения прекурсоров с последующим окислением с использованием матрицы из волокон в виде обезжиренного хлопка. Такой простой и экологический чистый метод получения наноразмерных материалов был применен недавно в [9] для синтеза наночастиц оксида кобальта.

Экспериментальная часть

Для получения нанопорошков были использованы водный раствор 0.01М метавольфрамата аммония и обезжиренная хлопковая вата (0.5 г). Раствор с погруженной в него ватой обрабатывали в ультразвуковой ванне в течение 30 мин для равномерного смачивания ваты, которую затем тщательно отжимали и сушили в вакууме при 110°С. Последующий отжиг на воздухе проводился в муфельной печке (SNOL 8.2/1100) со скоростью повышения температуры 1^0/мин до выбранной температуры отжига, которая варьировалась от 400 до 700°С. Отжиг проводился в течение 1 часа.

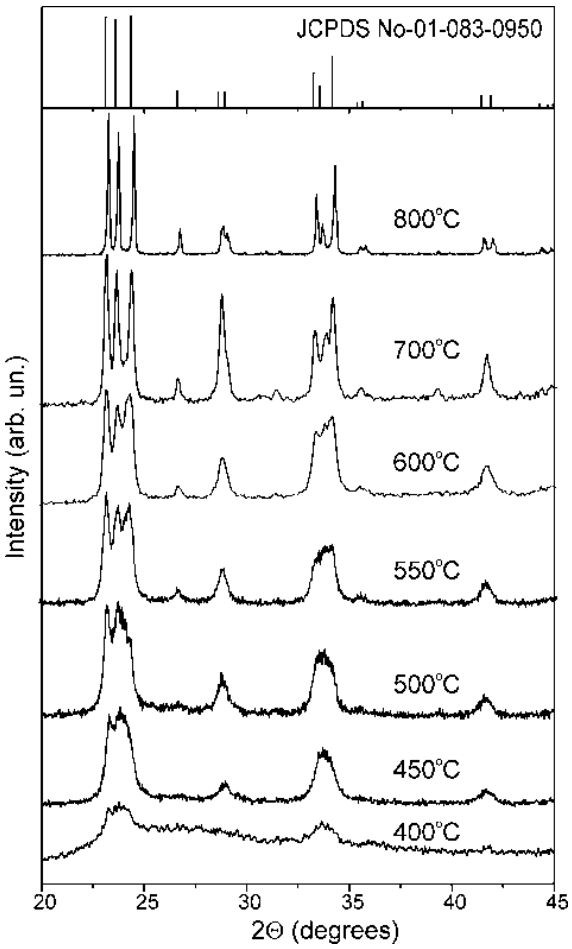
Фазовый анализ осуществлялся на дифрактометре MiniFlex Rigaku. Рентгенограммы (XRD - X-ray diffraction) порошков сняты в излучении CuK□. Рамановские спектры были измерены на установке NTegra Spectra (NT-MDT), где источником света служит синий лазер с длиной волны 473 нм. Время облучения образцов лазерным излучением составляло 30 с и диаметр пятна (от лазера) на образце ~2 мкм. При 100% интенсивности мощность лазера составляла 35 мВт. Морфологию поверхности изучали с помощью сканирующего электронного микроскопа (SEM) Quanta 3D200i FEI.

Результаты и обсуждения

На рис. 1 приведены XRD результаты для порошков WO_3, синтезированных при температурах от 400 до 700°С. Видно, что все XRD линии в полученных порошках совпадают с эталоном JCPDS No-01-083-0950 для моноклинной модификации оксида вольфрама с пространственной группой P21/n. Полуширина линий XRD, а значит, и средний размер частиц оксида вольфрама сильно зависит от температуры получения. Наиболее мелкие порошки получены при низких температурах синтеза. Чем ниже температура синтеза, тем мельче получаются кристаллы оксида вольфрама. Однако нижняя граница формирования фазы WO_3 ограничена температурой прохождения реакции синтеза, поэтому низкотемпературный синтез требует значительно большего времени. С ростом температуры отжига линии сужаются, следовательно, это говорит о том, что размеры кристаллитов в порошке WO_3 растут. Средний

размер кристаллитов (размер областей когерентного рассеяния рентгеновского излучения) определялся из ширины дифракционных рефлексов по формуле Дебая-Шеррера. Для определения среднего размера кристаллитов использована формула

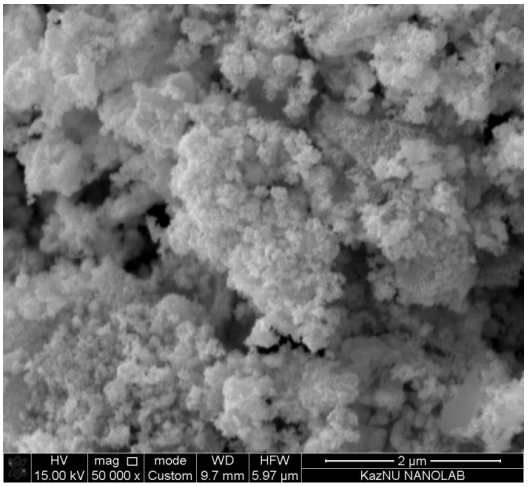
$$\beta^2 = \left\{\frac{0.9\lambda}{D\ cos\Theta}\right\}^2 + \{4\varepsilon\ tan\Theta\}^2 + \beta_0^2, \quad (1)$$



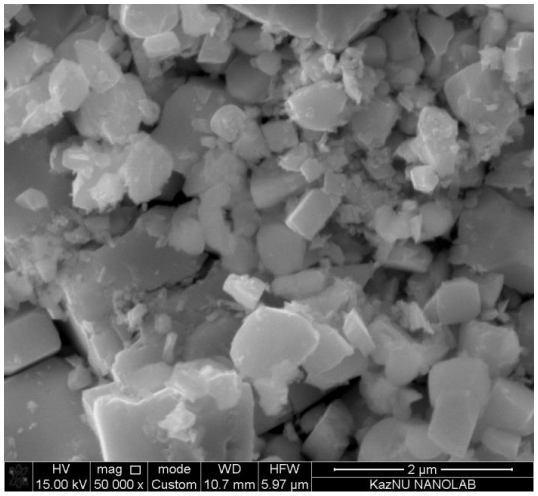
где β и β_0 – полуширина рефлекса и инструментальная ширина линии, λ - длина волны рентгеновских лучей, D – средний размер кристаллитов или областей когерентного рассеяния, Θ - угол между отражающей плоскостью и падающим лучом, ε - микронапряжения. Оценка размеров кристаллитов по полуширине рефлексов с использованием формулы Дебая-Шеррера дает величину менее 7 нм для образца, полученного при 400°C, и около 30 нм для образца, полученного при 700°C.

Данные SEM электронной микроскопии по морфологии синтезированных порошков WO_3 согласуются с рентгеновскими данными. Из Рис. 2 и 3 видно, что размеры кристаллитов меньше при температуре 400^0C, а увеличение температуры приводит к тому что, отдельные нанокристаллы начинают взаимодействовать и образовывать более крупные кристаллы.

Рис. 1. XRD результаты для образцов WO_3, полученных при температурах от 400 до 800°C.

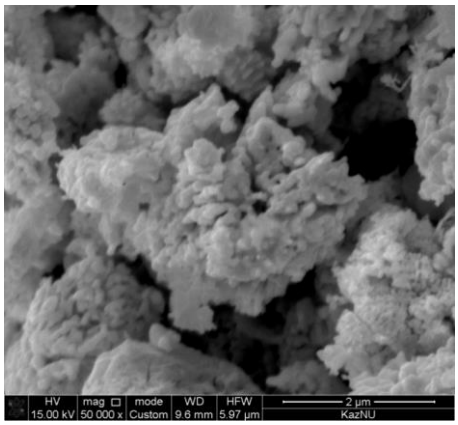


а

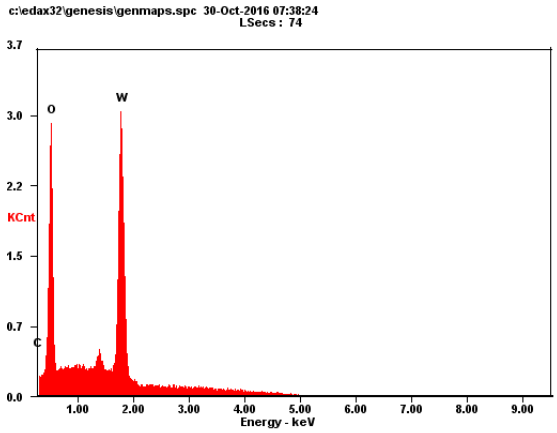


б

Рис. 2. SEM снимок порошков, полученных при температуре 400^0C и 800^0C.



а



б

Рис. 3. SEM снимок оксида вольфрама, полученного при температуре 800^{0}C в (а) и результаты рентгенофлуоресцентного анализа (б)

Исследованы рамановские спектры синтезированных порошков оксида вольфрама. Основными колебательными модами для решетки WO_3 являются валентные колебания с изменением длин связей (ν), деформационные колебания с изменением углов между связями – плоскостные (δ) и внеплоскостные (γ). Известно, что эти моды оксида вольфрама находятся в области частот ~807, ~716, ~271 см$^{-1}$, которые соответствуют растяжению связи O-W-O, W-O и изгибу O-W-O [10]. Также наблюдается группа слабых пиков ниже 200 см$^{-1}$, они относятся к режимам решетки, тогда как острые пики около 270 и 330 см$^{-1}$ относятся к изгибной деформации δ (O-W-O) [11].

Таблица 1. **Частоты фононных рамановских полос (см$^{-1}$) в синтезированных порошках и сравнение с литературными данными**

Моды	**WO_3 (400^{0}C)**	**WO_3 (800^{0}C)**	**Литер. Данные [10,11]**
V (O-W-O)	798	804	808
V (W-O)	683	715	717
вибрация группы WO_2W	-	-	436
δ (O-W-O)	-	372	376
δ (O-W-O)	321	326	328
δ (O-W-O)	251	272	273
W-W			221
Решеточные моды	-	-	187
Решеточные моды	108	133	136

На рисунке 4 представлены спектры комбинационного рассеяния полученных порошков WO_3, подвергнутые термической обработке от 320^{0}C до 800^{0}C. Как видно из рисунка, спектры меняются в зависимости от температуры обработки. С увеличением температуры отжига увеличивается интенсивность спектров, а ширина уменьшается. Значительное отличие наблюдается для температуры 320^{0}C, здесь появляется пик около 906 см$^{-1}$, не характерный для оксида вольфрама. Он, возможно, свидетельствует о присутствии органических соединений из прекурсоров, которые полностью не разложились. Для этой температуры отжига также наблюдается широкие пики в области 1380 и 1550 см$^{-1}$, которые соответствует хорошо известным полосам аморфного углерода, который возникает в процессе выгорания хлопка. Образцы, полученные при более высоких температурах отжига, не демонстрируют лишних пиков в своей структуре, все обнаруженные пики относятся к рамановским полосам оксида вольфрама.

Из рисунка 5 можно ясно видеть, что ширина основой моды около 800 см$^{-1}$ уменьшается с увеличением температуры, и максимум смещается в сторону низких частот. Из таблицы 1 можно сравнить положение основных рамановских линии для образцов WO_3 при температуре обработки от 320^{0}C до 800^{0}C с литературными данными. Также обращает внимание красное смещение максимума основных колебательных мод около ~716 см$^{-1}$ и ~271 см$^{-1}$.

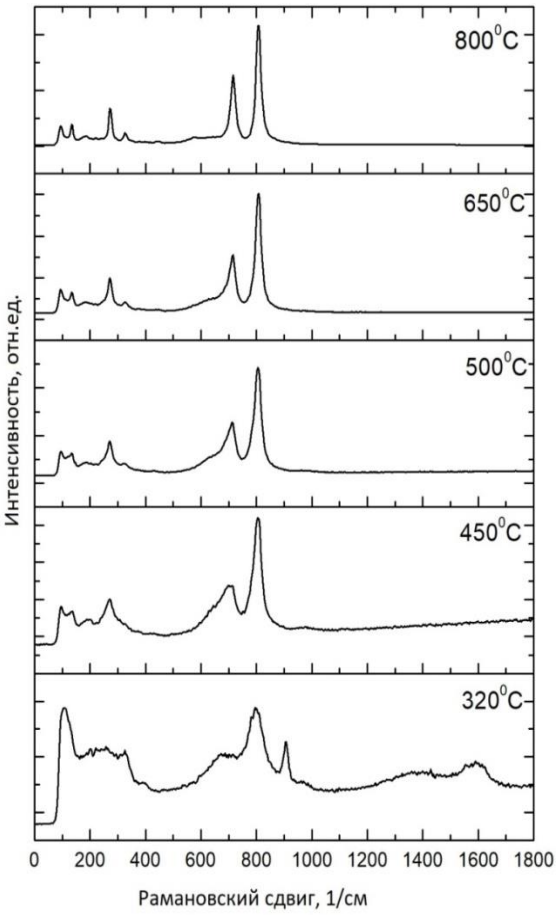


Рис. 4. Спектры комбинационного рассеяния полученных образцов оксидов вольфрама при температуре обработки от 320^0C до 800^0C

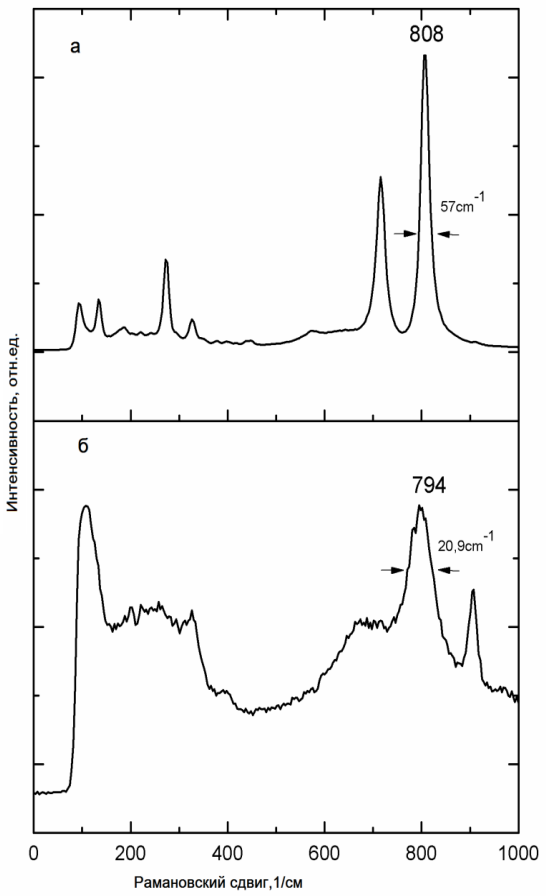
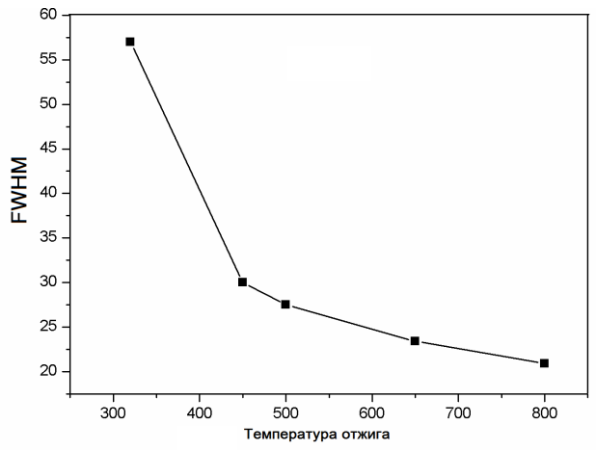
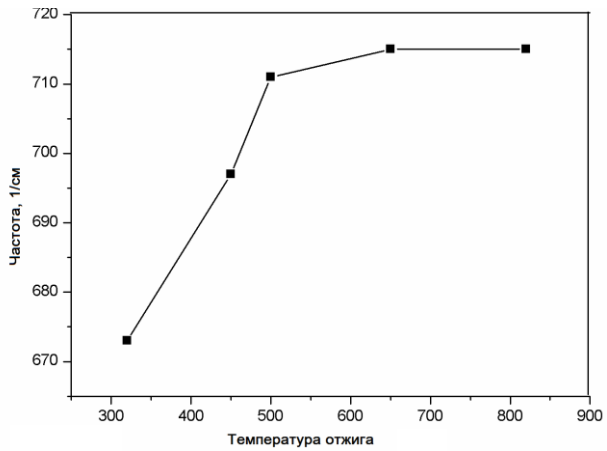


Рис. 5. Спектры комбинационного рассеяния образцов при температуре обработки при 320^0C и 800^0C для лучшей визуализации

На рисунке 6 а приведена зависимость полуширины основной моды E_g в зависимости от температуры отжига. С увеличением температуры полуширина пиков уменьшается. Уширение рамановских пиков при ~805 см$^{-1}$, ~716 см$^{-1}$ и ~271 см$^{-1}$ можно отнести к уширению рамановских колебательных мод в наночастицах WO_3, полученных при низких температурах отжига. Также видно, что основной пик около ~715 см$^{-1}$ смещается в сторону низких частот (рис.6 б).



а



б

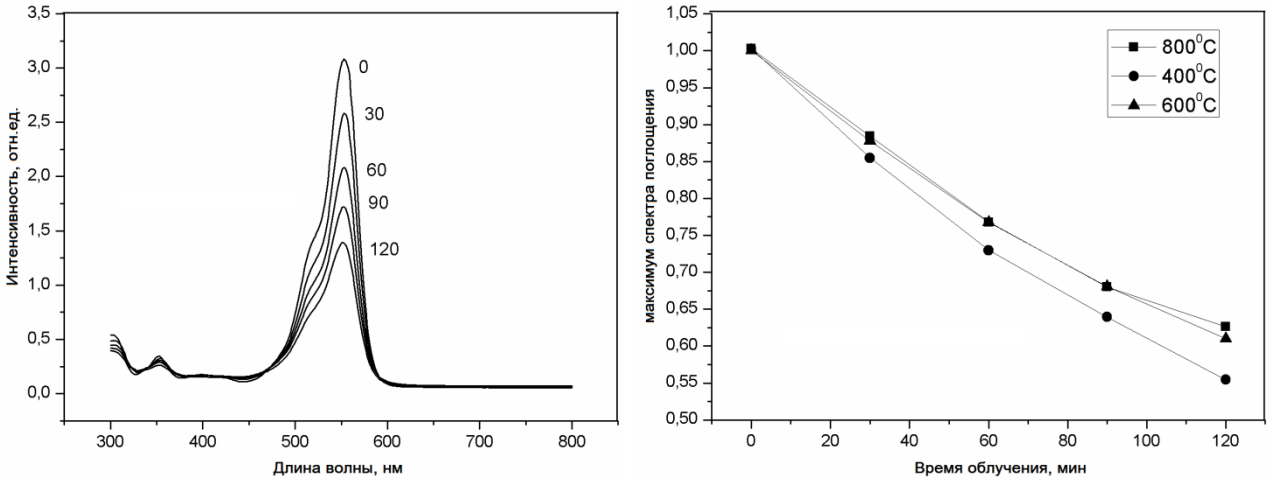
Рис. 6. Зависимость полуширины основной моды около ~805 см$^{-1}$ в зависимости от температуры отжига (а) и зависимость положения линии около ~715 см$^{-1}$ от температуры отжига (б).

Известно, что с уменьшением размеров частиц до нанометровых масштабов, оптические рамановские моды сдвигаются в сторону более низких волновых чисел [12]. Основные причины рамановского красного смещения полупроводников могут быть вызваны размерами кристаллитов, температурой (термический индуцированное расширение и ослабление связей), а также дефектами структуры [12]. Например, авторами C. C. Yang и S. Li [13] проведена большая работа по изучению рамановских спектров в зависимости от размеров полупроводниковых нанокристаллов. Результаты показывают, что частота комбинационного рассеяния уменьшается с размерами нанокристаллитов как для узкозонных, так и для широкозонных полупроводников. Колебательные моды, связанные с изменением длин связи, могут смещаться в зависимости от размеров кристаллитов в красную область, а низкочастотные деформационные колебательные моды, наоборот, в синюю область [14]. Красное смещение рамановских оптических мод в частицах с малыми размерами обычно связывается в литературе с поверхностным натяжением. Амплитуда вибраций поверхностных атомов всегда больше, чем у скординированных атомов в объеме [15-16].

В рамках модели пространственной корреляции [17] проведен анализ сдвига и уширения линии LO (продольно-оптические моды) нанокристаллов InP. Существенное изменение спектральных линий наблюдается в случае, когда размер кристаллитов меньше 10 нм. Эти изменения объясняются частичной аморфизацией приповерхностной области кристаллов [17].

В работе [18] рамановский сдвиг в наночастицах TiO2, вызванный эффектом уменьшения размеров частиц, объясняется изменениями силовых постоянных и колебательными амплитудами ближаших соседних связей. Изменения обусловлены эффектом дефицита энергии порядка энергии связи атомов на поверхности и его влияния на силовые константы связей между недокоординированными поверхностными атомами [19]. Однако, в [20] предположено, что наблюдаемые изменения в спектрах комбинационного рассеяния с уменьшением размеров частиц связаны с изменением стехиометрии и изменениями содержания атомов кислорода в наночастицах TiO_2, а не связаны с какими-либо внутренними напряжениями или размерными эффектами.

Для оценки фотокаталитической активности полученных порошков были проведены эксперименты по исследованию процесса фотодеградации тестового органического вещества - красителя родамина В. В качестве аппаратуры для фотодеградации использован охлаждаемый проточной водой кварцевый реактор, внутри которого расположена ртутная лампа UL Q 14W 4P SE мощностью 14 Вт. Раствор родамина объемом 125 мл, содержащий 9 мг порошка оксида вольфрама, обрабатывали в ультразвуковой ванне в течение 10 мин и перемешивали 30 мин при комнатной температуре в темноте до установления равновесия. Затем раствор с красителем и порошком WO_3 заливали в реактор, при включенной магнитной мешалке производилась экспозиция светом, и каждые 30 мин в течение 2 часов брался забор проб водного раствора Родамина Б для измерения спектров оптической плотности на оптическом спектрофотометре Lambda 35.



а б

Рис.7. Спектры поглощения водного раствора Родамина В с порошком WO_3, полученные при 400°C (а) и кинетические кривые фотокаталитического окисления водного раствора Родамина В с порошком WO_3, полученным при разных температурах отжига (б).

На рисунке 7 а представлены спектры оптической плотности раствора родамина с порошком WO_3, полученным при 400°С (рис. 7 а). На рисунке показаны исходные спектры и спектры после засветки ультрафиолетовой лампой в течение 30, 60, 90 и 120 мин.

На рисунке 7 б показана кинетика спада оптической плотности в полосе поглощения родамина от времени засветки для порошков, полученных при 400°С, 600°С и 800°С. Можно увидеть, что порошки, полученные при относительно низкой температуре, имеют наиболее высокую фотокаталитическую активность. Можно предположить, что это связано с указанными выше результатами о том, что при достижении высокотемпературного интервала размеры кристаллитов растут, соответственно удельная поверхность уменьшается.

Выводы

Отработана простая и экологически чистая технология получения нанопорошков оксида вольфрама. Изучена структура синтезированных образцов с помощью рентгенофазового анализа и рамановской спектроскопии, исследована морфология образцов с помощью электронной микроскопии. Обнаружена зависимость спектров комбинационного рассеяния и рентгенограмм от температуры синтеза образцов. Наблюдаются смещения рамановских линии, изменение формы и интенсивности рамановских линии, а также уширение рентгеновских рефлексов при уменьшении температуры синтеза, что связано с изменением размеров кристаллитов. Полученные данные позволяют сделать вывод, что синтезированные порошки представляют собой наноразмерные частицы оксида вольфрама. Получена зависимость фотокаталитической активности от температуры отжига. Выявлено, что размеры частиц влияют на фотокаталитическую активность нанопорошков.

ЛИТЕРАТУРА

[1] С.С. Фоманюк, Ю.С. Краснов, Г.Я. Колбасов, В.Н. Зайченко. // Электрохромные свойства и наноструктура аморфных пленок оксида вольфрама. Укр. Хим. Журн. – 2008. – Т. 74, № 3. – 55-59;

[2] M. Sun, N. Xu, Y.W. Cao, J.N. Yao, E.G. Wang. // Nanocrystalline tungsten oxide thin film: preparation, microstructure, and photochromic behaviour, J. Mater. Res. 2000. –V.15 –927–933;

[3] G.R. Bamwenda, H. Arakawa. // The visible light induced photocatalytic activity of tungsten trioxide powders. Appl. Catal. – 2001. –A 210. –181–191;

[4] Jimenez-Cadena, G.; Riu, J.; Rius, F. X. Gas sensors based on nanostructured materials // Analyst. – 2007. – 132. – 1083−1099;

[5] Yu. Koltypin, S. I. Nikitenkob and A. Gedanken // The sonochemical preparation of tungsten oxide nanoparticles. J. Mater. Chem. – 2002. –12. – 1107-1110;

[6] Sitthisuntorn Supothina, Panpailin Seeharaj, Sorachon Yoriya, Mana Sriyudthsak. // Synthesis of tungsten oxide nanoparticles by acid precipitation method. Ceramics international. –2007. – 33. – 931-936;

[7] Y. Xu, S. Carlson, and R. Norrestam. // Single Crystal Diffraction Studies of WO3 at High Pressures and the Structure of a High-Pressure WO3 Phase. J. Solid State Chem. –1997. –132. – 123;

[8] Y.G. Choi, G. Sakai, K. Shimanoe, N. Miura, N. Yamazoe. // Preparation of aqueous sols of tungsten oxide dehydrate from sodium tungstate by an ionexchange method. Sens. Actuators B. – 2002. –87. – 63–72;

[9] Hongyan Xu, Libo Gao, Qiang Zhang, Junyang Li, Jiangtao Diwu, Xiujian Chou, Jun Tang, and Chenyang Xue. // Preparation Method of Co_3O_4 Nanoparticles Using Degreasing Cotton and Their Electrochemical Performances in Supercapacitors. Journal of NanomaterialsVolume. – 2014. – Article ID 723057. – 9 pages;

[10] Daniel, M. F.; Desbat, B.; Lassegues, J. C.; Gerand, B.; Figlarz, M. // Infrared and Raman study of WO3 tungsten trioxides and WO3,xH2O tungsten trioxide hydrates. J. Solid State Chem. –1987. – 67. – 235−247;

[11] A. Raougier, F. Portemer, A. Quede, M. EI Marssi. // Characterization of pulsed laser deposited WO3 thin films for electrochromic devices. Applied Surface Science. – 1999. –153. –1-9;

[12] M. Boulovan and G. Lucazeauw. // Crystallite Nanosize Effect on the Structural Transitions of WO3 Studied by Raman Spectroscopy. Journal of Solid State Chemistry. – 2002. –167. – 425–434;

[13] C. C. Yang and S. Li. // Size-Dependent Raman Red Shifts of Semiconductor Nanocrystals. J. Phys. Chem. B. – 2008. – 112. – 14193–14197;

[14] W. F Zhang, Y L He, M S Zhang, Z Yin and Q Chen. // Raman scattering study on anatase TiO2 nanocrystals. J. Phys. D: Appl. Phys. –2000. –33. –912–916;

[15] Iqbal Z, Veprek S., A. Sarott. // Effect of grain boundaries on the Raman spectra, optical absorption, and elastic light scattering in nanometer-sized crystalline silicon. J. Phys. –1982. – 377. –15;

[16] Anastassakis E, Liarokapis E. // Polycrystalline Si under strain: Elastic and latticedynamical considerations. J. Appl. Phys. –1987. – 62. – 3346-3352;

[17] Korotcov AV,Huang YS, Tsai DS, Tiong KK. // Raman scattering characterization of vertical aligned 1D IrO2 nanocrystals grown on single crystal oxide substrates. Solid State Commun. –2006. – 137. – 310;

[18] Choi H.C, Jung Y.M, Kim S.B. // Size effects in the Raman spectra of TiO2 nanoparticles Vib. Spectrosc. – 2005. – 37. – 33-38.

[19] M. X. Gu, L. K. Pan, B. K. Tay and Chang Q. Sun. // Atomistic origin and temperature dependence of Raman optical redshift in nanostructures: a broken bond rule. J. Raman Spectrosc. –2007. – 38. – 780–788;

[20] J.C. Parker, R.W. Siegel. // Calibration of the Raman spectrum to the oxygen stoichiometry of nanaphase Ti02. Appl. Phys. Lett. – 1990. –57. – 943-945.

Мархабаева А.А., Абдуллин Х.А., Сырым Ш.С

Вольфрам оксиді нанұнтақтарының өлшеміне және фотокаталитикалық белсенділігіне температураның әсері

Түйіндеме. Жұмыста оксид вольфрамының наноұнтақтарын алудың қарапайым әдісі қарастырылған. Ұнтақтарды алу үшін матрица ретінде мақта және метавольфрамат аммоний прекурсоры қолданылды. Алынған материалдардың морфологиясы сканерлуші электронды микроскоппен зертелінді. Сонымен қатар, үлгілердің құрылымы рентген фазалық анализ және раман спектросокопиясы арқылы зерттелді.

Кілт сөздер: вольфрам оксиді, наноұнтақтар, Раман спектрі, фотокатализ.

Markhabaeva A.A., Abdullin Kh.A., Syrym Sh. S.

Annealing temperature effect on the particles size and photocatalytic activity of tungsten oxide nanopowders

Summary. A simple method for obtaining nanopowders of tungsten oxides using a fibrous matrix in the form of defatted cotton is proposed. A medical cotton and ammonium metatungstate were used as the precursors. The morphology of synthesized nanopowders was studied using scanning electron microscopy. And the structure of obtained samples was studied using X-ray phase analysis and Raman spectroscopy.

Key words: tungsten oxide, nanopowders, Raman spectra, photocatalyst.

УДК 004.492.2

R. K. Ospanov, A. E. Tulebayev, M. S. Bissaliyev
(Al-Farabi Kazakh National University,
Almaty, Kazakhstan
Email: mbissaliyev@gmail.com)

ANALYSIS AND METHODS OF PROTECTION FROM CRYPTOCURRENCY RANSOMWARE BASED ON TROJAN. WINLOCK CRYPTOLOCKER MODIFICATION

Abstract. An analysis of ransomware virus is described here based on Trojan.Winlock cryptolocker. The main types of ransomwares were explored and peculiar features were singled out. Also, the methods of ransomware penetration into the system and virus signature were studied. A definite ransomeware was chosen beased on analysis that was exposed to modification in order to get more mature virus. Methods of cryptolockers bypassing were studied, as a result, the virus can penetrate directly into the autoload of Windows based operating systems. Following the results, the methods of protecting and preventing from ransomware were proposed.

Key words: viruses, ransomware, cryptolockers.

Р. К. Оспанов, А. Е. Тулебаев, М. С. Бисалиев
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан,
Email: mbissaliyev@gmail.com)

АНАЛИЗ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ ВИРУСОВ-ВЫМОГАТЕЛЕЙ КРИПТОВАЛЮТ НА ПРИМЕРЕ МОДИФИКАЦИИ ВИРУСА-БЛОКИРОВЩИКА TROJAN.WINLOCK

Аннотация. Дан анализ вирусов вымогателей на примере вируса блокировщика Trojan.Winlock. Рассмотрены основные типы вирусов вымогателей и выделены их особенности. Также раскрываются методы их проникновения в систему и сигнатура работы вирусов. На основе анализа был выбран определенный вирус-вымогальщик, который мы подвергли модификации с целью получения более совершенного вируса. Были изучены методы обхода блокировщиков, вследствие чего, вирус может проникать непосредственно в автозагрузку ОС Windows. По итогу проделанной работы были предложены методы защиты и предотвращения от вирусов вымогателей.

Ключевые слова: вирусы**,** вирусы-вымогатели, вирусы-блокировщики, ransomware

Введение. Вирусы вымогатели быстро заработали дурную репутацию в среде вредоносных программ. Тем не менее, вокруг этих вирусов ходят много разных слухов и неточностей. Считается, что

как только пользователь подвергся атаке вируса вымогателя, ему не остается другого выхода как заплатить определенную сумму средств (как правило биткоины [1] или же другую криптовалюту) для восстановления доступа или файлов [2].

Специалисты по безопасности всегда остаются в роли догоняющих когда дело касается вирусов-вымогателей. так как такие вирусы постоянно модернизируются и появляются все более сложные алгоритмы, методы шифрования и блокировки данных.

В данной статье мы обозначили типы вирусов-вымогателей, оценили ущерб от подобных атак и исследовали методы предотвращения таких атак, проведя экспериментальную постановку, а также определили их структуры на базе известных прототипов.

Обзор вирусов-вымогателей

Вирусы-блокировщики. *Блокировщики (Computer Locker)* — самый простой вид вируса-вымогателя [3]. Идея, связанная с выкупом, невероятно проста. Как только компьютер заражается вредоносной программой (обычно после того, как пользователь нажимает на вредоносную ссылку в электронном письме или открывает вредоносный файл, полученный как вложение электронной почты), программа блокирует интерактивные функции компьютера такие, как мышь, и, как правило, работают только клавиши с цифрами, чтобы пользователь мог ввести данные для оплаты.

На рабочем столе меняются обои, или же открывается текстовое сообщение с требованием об оплате, обычно в биткоинах. Часто требование о выкупе приходит с крайним сроком, и если платеж не будет получен в указанный срок, требуемый выкуп может возрасти. Некоторые виды ищут другие компьютеры для заражения в одной и той же сети, а другие заражают хосты большим количеством вредоносных программ, таких как банковские трояны, которые крадут учетные данные пользователя для входа в систему онлайн-банкинга.

Блокировщики-шифровальщики. *Блокировщики-шифровальщики (Cryptolocker)* — наиболее известные вирусы вымогатели, которые используют шифрование как средство для вымогательства [4]. Подобный тип вирусов-вымогателей является самым актуальным на данный момент. Такой тип является наиболее опасным для компании и организации с большим количеством компьютеров. В отличии от обычных блокировщиков, этот вирус шифрует данные на компьютере пользователя и блокирует их. Для шифрования файлов используется симметричный или асимметричный метод шифрования, но иногда они комбинируются для еще более эффективного достижения результата, как например вирус *WannaCry* [5].

Методы проникновения:

- спам и социальная инженерия [6];
- загрузка с диска или malvertising (техника использования вредоносной рекламы для скрытия вредоносного кода в рекламном объявлении) [6];
- ботнеты [6].

Наиболее известные семейства — *Cryptowall, Critroni* и *TorLocker* [6]. Шифровальщики семейства *Cryptolocker* шифруют файлы документов, электронные таблицы, изображения и видео данные. После проникновения, вредоносное программное обеспечение связывается сервером, генерирующим ключ шифрования, и шифрует файлы на персональном компьютере. После этого вредоносное программное обеспечение выводит на экран сообщение, обычно от имени правоохранительных органов, запугивает жертвы угрозами наказания, и требует оплату в криптовалюте, обычно в криптовалюте биткоин. Иногда при этом в сообщении угрожают удалить закрытый ключ шифрования, если до крайнего срока пользователь не произведет оплату требующейся суммы.

Вирусы изменяющие файлы загрузки. В ноябре 2010 года было впервые зафиксировано распространение вируса блокировщика, который при заражении устанавливается в загрузочную область жесткого диска, тем самым блокируя загрузку используемой операционной системы [7]. При включении компьютера на экран пользователя выводится информация с требованиями злоумышленников. Разработчики данного вредоносного программного обеспечения требуют за ключ денежные средства в размере от $100 долларов США.

Мобильные вымогатели. С ростом популярности вирусов-вымогателей на персональных компьютерах, развивались также вирусы-вымогатели, предназначенные для мобильных операционных систем [8]. По статистике [9] около 8% процента приложений Android Market являются вредоносными

программами. Как правило, большинство мобильных вымогателей являются блокировщиками, так как нет никаких оснований для шифрования данных, поскольку их можно легко восстановить с помощью онлайн-синхронизации, которая сейчас доступна практически на любом мобильном устройстве.

Мобильные-вымогатели обычно предназначаются для платформы Android, поскольку Android позволяет устанавливать приложения из сторонних источников. Вредоносное приложение определяется как файл APK (Android Package Kit). Один тип подобного вредоносного программного обеспечения может попытаться отобразить блокирующее сообщение поверх всех других приложений, в то время как другие используют форму *Clickjacking* [9], чтобы заставить пользователя предоставить ему привилегии администратора устройства для достижения более глубокого доступа к системе. Атака *Clickjacking* позволяет злоумышленнику выполнить клик на сайте-жертве от имени посетителя.

Рассмотрим атаку *Clickjacking* на пользователе, который зарегистрирован в социальной сети Facebook:

1. На вредоносной странице пользователю отображается безобидная ссылка (с предложениями что-то скачать, «разбогатеть сейчас», посмотреть ролик или просто перейти по ссылке на интересный ресурс).
2. Поверх данной заманчивой ссылки помещен прозрачный тег <*iframe*>, который создает плавающий фрейм что позволяет загружать в область заданных размеров любые независимые документы со страницей facebook.com, так что кнопка *«Like»* находится четко над ней.
3. Кликая на ссылку, посетитель на самом деле нажимает на эту кнопку.

Постановка задачи. Необходимо произвести анализ и модификацию исходного кода вируса-вымогателя Trojan.Winlock, блокирующего работу операционной системы Windows, в целях изучения функциональных возможностей вредоносного программного обеспечения и разработки методов защиты от подобного типа угроз.

Необходимо рассмотреть технику шифрования удаления данных вирусов вымогателей и методы борьбы с ними. На данный момент существует четыре типа вирусов-вымогателей:

1. блокировщики (Computer Locker);
2. блокировщики-шифровальщики (Crypto Locker);
3. вирусы, изменяющие файлы загрузки;
4. мобильные вирусы-вымогатели.

Методы и инструменты

Анализ сигнатуры. Рассмотрим принцип работы вируса вымогателя на базе *Locky Ransomware*. Когда вирус заражает машину, он сразу загружает себя в память компьютера и удаляется. Несмотря на то, что теперь вируса нет в файловый системе, он все еще продолжает функционировать. Одним из первых его атак становится заражение локального диска и начало шифрования файлов, которые находятся там.

Locky использует комбинацию шифров RSA-2048 и AES-128 с режимом ECB для шифрования данных [11]. Вирус шифрует только определенные типы файлов, такие как изображения, документы и видео, файлы, которые будут представлять ценность для жертвы.в зависимости от цели атакующего.

Как правило, такие вирусы не трогают системные файлы, так как атакующему важно, чтобы компьютер жертвы продолжал функционировать для предоставления пользователю возможности произвести оплату. Тип данного вредоносного программного обеспечения на этом не останавливается, он также пройдется и по сетевому хранилищу. Это особенно неприятно для больших корпорации, где наиболее ценные файлы хранятся в папках с общим доступом. И если у компьютера жертвы будет разрешение на вход и изменение таких папок, то вирус зашифрует и их. Кроме того вирус находит и удаляет службу *VSS* (англ. Volume Shadow Copy Service) - служба операционной системы Windows, позволяющая копировать файлы, с которыми в данный момент времени ведется работа.

Таким образом один из способов для самостоятельного восстановления файлов становится недоступным. И наконец, он предоставляет пользователю инструкции для восстановления файлов в виде текстового документа или заменой обоев на рабочем столе. Что интересно инструкции локализованы под многие страны мира. Таким образом жертве не остается ничего кроме выплаты нужной суммы для того чтобы получить секретный ключ для разблокировки зараженного компьютера.

Средства и инструменты для модификации вируса. Большая часть вирусов разрабатывается низкоуровневыми языками программирования такими как C, C++ Python или Java. Они позволяют манипулировать функциями операционных систем. Одним из таких примеров является библиотека *Win32*

API [12]. Однако, существуют обработчики, которые позволяют высокоуровневым языкам программирования создавать исполняемые файлы.

Рассматриваемый вирус из семейства вредоносных программ *Trojan.Winlock* был разработан с помощью скрипт языка PHP с дополнительным использованием скриптов VBScript.

Для автоматизации определенных процессов были использованы команды расширяемого средства автоматизации Windows PowerShell. В качестве среды разработки было использовано программное обеспечение PHP DevelStudio, ориентированное на создание программных обеспечений под операционную систему Windows.

Модификация вируса была произведена с помощью пакетных файлов *ExeScript* [13].

Модификация вируса вымогателя в целях изучения вирусов-блокировщиков. В целях изучения функциональных возможностей вредоносного программного обеспечения был выбран вирус с дополнительной утилитой-конструктором. Утилита позволяет создавать сообщение, которое будет отображаться на экране пользователя в случае блокировки компьютера, менять иконку вируса, задавать таймер, выполнять действия по окончанию таймера, задавать пароль и преобразовывать исходные файлы в один исполняемый *.exe* файл.

На рисунке 1 показаны функциональные возможности утилиты-конструктора.

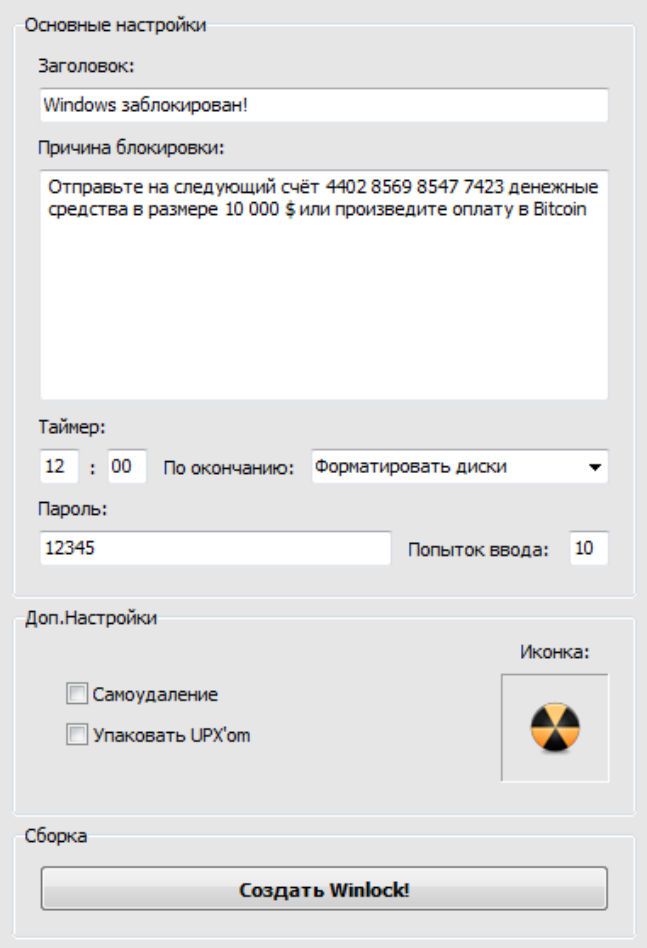


Рис. 1. Функциональные возможности утилиты-конструктора

После создания вируса в указанной директории появляется исполняемый файл в формате *.exe* и библиотека *DLL*, которая содержит последовательность команд. Запуск исполняемого файла приводит к завершению работы диспетчера задач, прекращению задачи *explorer.exe,* тем самым не давая пользователю возможности закрыть окно вируса или переключится на другое окно.

Главные функции в исходном коде, приостанавливающие процессы указаны на рисунке 2.

```
1  <?php
2
3  //закрывает диспетчер задач
4  DisableTaskMng(true);
5
6  //закрывает проводник
7  shell_exec("TASKKILL /F /IM explorer.exe");
8
9  $avto = $_PARAMS[0];
10 writeRegKey(HKEY_CURRENT_USER, "\SOFTWARE\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Run /t REG_SZ /v 0 /d "F:\updatel.exe" /f";
11
12 $global $hour, $min, $password, $types;
13
```

Рис. 2. Функции приостановления процессов

В целях модификации в исходный код были внесены изменения в функции *DisableTaskMng(true)*. Функция прекращает работу диспетчера задач. Для успешного добавления вируса в панель автозапуска и в ветку реестра созданы пакетные файлы с расширением *.bat*, которые содержат следующие команды, который отображены в Таблице 1.

Таблица 1. **Команды для успешного добавления вируса в панель автозапуска и в ветку реестра**

startcopy /y "F:\updatel.exe" C:\"Users"\"username"\"AppData"\"Roaming"\"Microsoft"\"Windows"\"StartMenu"\"Programs" \"Startup" — добавляет вирус в панель автозагрузки	(1.1)
startcopy /y "F:\php5ts.dll" C:\"Users"\"username"\"AppData"\"Roaming"\"Microsoft"\"Windows"\"StartMenu"\"Programs" \"Startup" — добавляет файл формата dll в панель автозагрузки	(1.2)
start copy /y "F:\updatel.exe" C:\"Users"\"username"\"AppData"\"Roaming"\"Microsoft"\"Windows"\"Start Menu"\"Programs" — помещает вирус в директорию“программы” для запуска	(1.3)
startcopy /y "F:\php5ts.dll" C:\"Users"\"username"\"AppData"\"Roaming"\"Microsoft"\"Windows"\"StartMenu"\"Programs" — помещает файл формата dll в директорию“программы”	(1.4)
reg.exe ADD HKEY_LOCAL_MACHINE\SOFTWARE\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Run /t REG_SZ /v 0 /d "F:\updatel.exe" /f — добавляет вирус в ветку реестра	(1.5)
reg.exe ADD HKEY_LOCAL_MACHINE\SOFTWARE\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Run /t REG_SZ /v 0 /d "F:\php5ts.dll" /f — добавляет файл формата dll в ветку реестра	(1.6)

Для запуска вируса из директории:

C:\"Users"\"username"\"AppData"\"Roaming"\"Microsoft"\"Windows"\"StartMenu"\"Programs"

был создан *.bat* файл, который содержит в себе команду:

Таблица 2. **Команда для запуска вируса из директории**

start C:\"Users"\"username"\"AppData"\"Roaming"\"Microsoft"\"Windows"\"StartMenu"\"Programs"\updatel.exe	(2)

С помощью программного обеспечения *ExeScript* была произведена замена иконок файлов формата *.bat*, также файлы с расширением *.bat* были конвертированы в файлы *.exe* формата, что позволяет посредством социальной инженерии предоставить конечному пользователю USB-накопитель, который содержит в себе вирус и файлы исполнения, замаскированные под другие приложения. Запуск пользователем исполняемого файла влечет за собой блокировку операционной системы.

Обсуждение.

Методы защиты против вирусов вымогателей. Ниже, указан способ удаления вируса-блокировщика с помощью редактирования процессов панели автозапуска. Для этого необходимо выполнить следующие действия:

1. При загрузке операционной системы выполнить загрузку в безопасном режиме с поддержкой командной строки.
2. В командной строке ввести команду *msconfig*. При удачном выполнении появится окно настройки.
3. Снять посторонние процессы, которые автоматически загружаются в память операционной системы.
4. Выполнить загрузку операционной системы в обычном режиме.

Если способ избавления от вируса предполагает редактирование реестра то необходимо выполнить следующую последовательность действий 3.1-3.6 (Таблица 3).

Таблица 3. **Последовательность избавления от вируса**

Выполнить загрузку операционной системы в безопасном режиме	(3.1)
Выполнить команду *regedit*	(3.2)
В каталоге HKEY_LOCAL_MACHINE/SOFTWARE/Microsoft/Windows NT/CurrentVersion/Image File Execution Options/ следует найти подразделы *explorer.exe* и *iexplore.exe*	(3.3)
Зайти в каталог HKEY_LOCAL_MACHINE/SOFTWARE/Microsoft/Windows NT/CurrentVersion/Winlogon и изменить в разделе *Winlogon* параметр *Shell*. Необходимо записать *Explorer.exe*	(3.4)
В параметр Userinit следует внести изменения аналогичным образом. Необходимо записать C:\WINDOWS\system32\userinit.exe	(3.5)
Загрузить операционную систему в обычном режиме	(3.6)

Следует отметить, что названия некоторых разделов могут различаться в связи с широким использованием операционных систем разных версий. В целях предотвращения проникновения вредоносного программного обеспечения необходимо включение в настройках операционной системы отображения расширения файлов. Своевременное обновление антивирусного программного обеспечения позволяет предотвратить проникновение вирусов. Необходимо производить регулярные обновления операционной системы и установленного программного обеспечения. Немаловажным является создание образа операционной системы и регулярное создание резервных копий ценных файлов. В связи с учетом проникновения вредоносного программного обеспечения с помощью социальной инженерии следует проверять носители информации и не открывать письма электронной почты сомнительного характера.

Заключение. В ходе исследования были изучены особенности вирусов-вымогателей и их методы атак на целевые устройства. Изучены были и методы проникновения вирусов в систему. Были выведены типы вирусов-вымогателей и рассмотрены их сильные и слабые стороны. Также рассмотрен принцип действия вируса на основе уже имеющегося прототипа.

На базе этих исследований были поставлены задачи по разбору и модификации вируса подобного типа для получение данных по методам предотвращения и защиты от атак злоумышленников. В качестве вируса был выбран Trojan Winlocker. В качестве инструментария для модификации вируса был выбран PHP DevelStudio.

Для автоматизации определенных процессов были использованы команды расширяемого средства автоматизации Windows PowerShell. В результате проведенной работы был разработан вирус блокирующий компьютер, блокирующий диспетчер задач, а также загружающий себя в автозапуск и реестр системы.

В ходе этих работ исходный код был полностью проанализирован и частично модифицирован. Проведенные исследования позволяют сделать вывод о структуре и поведении вирусов, целью которых является вымогательство денежных средств у жертвы.

По итогам анализа были разработаны методы защиты и предотвращения от данного типа угроз. В дальнейшем планируется совершенствования вируса и определение соответствующих методов его обхода.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Nakamoto S. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system [Электронный ресурс]. Bitcoin.org. 2008. Режим доступа: https://bitcoin.org/bitcoin.pdf — Загл. с экрана. — Яз. рус. (дата обращения: 01.03.2018).

[2] Everett, C. Ransomware: to pay or not to pay? [Текст] // Computer Fraud & Security. — 2016, — Т. 2016. —№ 4.— С. 8-12.

[3] Richardson, R. Ransomware: Evolution, mitigation and prevention [Текст] / Richardson, R. North, M., / International Management Review. — 2017. — Т. 13. —№ 1. —С.10.

[4] Gazet A. Comparative analysis of various ransomware virii [Текст] // Journal in Computer Virology. — 2008. — Т. 6. — № 1. — С. 77–90.

[5] Ransom.Wannacry [Электронный ресурс]. Symantec. 2017. Режим доступа: https://www.symantec.com/security-center/writeup/2017-051310-3522-99. — Загл. с экрана. — Яз. рус. (дата обращения: 01.03.2018).

[6] Безмалый В. Деньги или данные? Что такое Ransomware? [Электронный ресурс]. BIS-Expert. 2015. Режим доступа: http://bis-expert.ru/blog/3060/50088. — Загл. с экрана. — Яз. рус. (дата обращения: 22.02.2018).

[7] Петрова Е.С., Информационная безопасность: особенности современных вирусных угроз [Текст] / Е.С. Петрова, Ю.А. Сидорова / Системное управление. — 2012. — Т. 1. — С. 71-71.

[8] B. P. Sarma, N. Li, C. Gates, R. Potharaju, C. NitaRotaru, I. Molloy. Android permissions: a perspective combining risks and benefits // XVII симпозиум ACM symposium on Access Control Models and Technologies (SACMAT) / ACM. — Нью Арк, 2012. — С 13-22.

[9] Huang, L. S., Moshchuk, A., Wang, H. J., Schecter, S., Jackson, C. Clickjacking: Attacks and Defenses // — XXI симпозиум USENIX Security Symposium. — Бельвю, 2012, — С. 413-428.

[10] Battista, P., Mercaldo, F., Nardone, V., Santone, A., Visaggio, C.A. Identification of android malware families with model checking // — II международная конференция. Information Systems Security and Privacy / ICISSP. — Рим, 2016. — С. 542-547.

[11] Vincent R., Advanced encryption standard [Текст]. / Vincent R., Daemen J / Federal Information Processing Standards Publications, National Institute of Standards and Technology. — 2001. —Т. 2001. —С. 19-22.

[12] Windows API Index (Windows) [Электронный ресурс]. Microsoft. 2018. Режим доступа: https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ff818516(v=vs.85).aspx. — Загл. с экрана. — Яз. англ. (дата обращения: 01.03.2018).

[13] Exescript. [Электронный ресурс]. FindmySoft. 2018. Режим доступа: http://exescript.findmysoft.com/. — Загл. с экрана. — Яз. англ. (дата обращения: 01.03.2018).

Оспанов Р. Қ., Тулебаев А. Е., Бисалиев М. С.

Талдау және қорғау әдістерін криптовалюта ұрлау вирустарынан вирус негізінде Trojan.Winlock

Түйіндеме. Талдау негізінде белгілі Trojan.Winlock таңдалып алынған ақша сұраушы вирусты біз едәуір жетілген вирус алу мақсатында түрлердіруге душар еттік. Оқшаулаушының айналып өту әдістері зерделді. Сол себепті вирус тікелей автоматты жүктеу ОС Windows жүйесіне ене алады. Атқарылған жұмыс нәтижесінде қорғану әдістері мен ақша сұраушы вирустарды болдырмау ұсынылған.

Кілттік сөздер: вирустар, ақша сұраушы вирустар, оқшаулаушы вирустар, криптовалюта

Ospanov R. K., Tulebaev A. E., Bissaliyev M. S.

Analysis and methods of protection from cryptocurrency ransomware based on trojan. winlock cryptolocker modification

Summary. A definite ransomeware Trojan.Winlock was chosen beased on analysis that was exposed to modification in order to get more mature virus. Methods of cryptolockers bypassing were studied, as a result, the virus can penetrate directly into the autoload of Windows based operating systems. Following the results, the methods of protecting and preventing from ransomware were proposed.

Key words: viruses, ransomware, cryptolockers.

УДК 519.67

[1]A. Aidosov [1], N.S. Zaurbekov[1], G.N. Zaurbekova [2], M.S. Kzylbayev [1]
([1]Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan
[2]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan
E-mail: kzilbaev@inbox.ru)

SIMULATION OF HARMFUL SUBSTANCES DISTRIBUTION AT AN ALTERNATING VELOCITY PROFIL

Abstract. This article deals with the solution of environmental problems, as the pollution of the atmosphere increases due to the enhancing and spreading of pollutants. The problem of the distribution of a monodisperse passive mixture from a fast-point source in the atmosphere was solved by the fact that the plane was partially absorbed in the mixture. It is characterized by the equations of a mathematical model.

Key words: mathematical model, impurity distribution, velocity profile.

А. Айдосов [1], Н.С. Заурбеков [1], Г.Н. Заурбекова [2], М.С. Кзылбаев [1]
([1]Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы;
[2]Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы.
E-mail: kzilbaev@inbox.ru)

ЗИЯНДЫ ЗАТТАРДЫҢ АТМОСФЕРАДА АЙНЫМАЛЫ ЖЫЛДАМДЫҚ ПРОФИЛІМЕН ТАРАЛУЫН МОДЕЛЬДЕУ

Түйіндеме. Мақалада ластаушы заттардың көбеюі мен таралуының салдарынан атмосфераның ластануы ұлғайып келе жатқандықтан, экологиялық мәселелерді шешу басты басымдықтардың бірі болып табылады. Атмосферадағы жылдам нүктелік көзден шығатын монодисперсті пассивті қоспаладың таралу мәселесі жазықтық қоспаны ішінара жұтады деген шартпен шешілді. Математикалық модель теңдеулерімен сипатталды.

Түйін сөздер: математикалық модель, қоспалардың көбеюі, жылдамдық профилі.

Қазіргі уақытта ластаушы заттардың көбеюі мен таралуының салдарынан атмосфераның ластануы ұлғайып келе жатқандықтан, экологиялық мәселелерді шешу басты басымдықтардың бірі болып табылады. Ластану көздерінің бірі өнеркәсіптік нысандар болып табылады. Мұны шешудің басты жолы жұмыс істеп тұрған кәсіпорындардың зиянды шығарындыларына шектеу қоя отырып, олардың толық жұмыс істеу қабілетін сақтап қалу. Сонымен қатар, осы немесе басқа аймақтарда экологиялық жағдайды есепке ала отырып, өндірістік объектілердің оңтайлы орналасуы туралы мәселе маңызды. Осы мәселелерді шешу үшін, бұл үрдісті туғызатын факторларды ескере отырып, ластану көзінен қоспалардың шығу және таралуының математикалық моделін және оны шешетін тұрақты есептеу процесін құру керек [3-9].

Нақты процесс, әрине, жылдамдықтың айнымалы профильдері кезінде жүреді. Сондықтан айнымалы жылдамдық профилі кезінде қоспаның таралуының математикалық моделін құру маңызы өте зор [3-9]. Бұл тұжырымдамада есеп әлдеқайда күрделене түседі, келесі мәселелер пайда болады: біріншіден, жылдамдықтың өзгеруі қай заң бойынша сипатталады, екіншіден, осыған байланысты мәселені шешуге арналған тұрақты есептеу алгоритмінің түрі күрделене түседі және осы бойынша компьютерде алгоритмді тікелей іске асыруда елеулі қиындықтар туындайды [3-5].

Аймақтың шекарасында және XY жазықтығында қоспалардың мәндері нөлге тең деп есептелсін. Бұл аймақтың өлшемдері соншалықты үлкен болғандықтан қоспаның концентрациясы рұқсат етілген концентрациядан аз болатынын білдіреді.

Жер беті мен атмосфераның төменгі беті өзара әрекеттеседі. Беткі қабаттың шекінде де қоспаның мөлшері аз болады. Жылдамдықтың ауыспалы өрісінің жалпы жағдайын зерттейік.

Есептің математикалық моделіне бастапқы көз болып табылатын мүше кіретін таралу теңдеуі кіреді. Бірінші жуықтау кезенінде тұтқырлықтың турбуленттік коэффициенттері тұрақты деп есептейік. Сонымен, келесі түрдегі жеке туындылы (ішінара) дифференциалдық теңдеуді қарастырайық:

$$\frac{\partial\varphi}{\partial t}+\frac{\partial u\varphi}{\partial x}+\frac{\partial v\varphi}{\partial y}+\frac{\partial w\varphi}{\partial z}+\sigma\varphi-\mu\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2}-\mu\frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2}-\nu\frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2}=f(x,y,z,t)\,; \qquad (1)$$

бастапқы және шектік шарттар:

t=0 болса $\varphi=\varphi_0(x,y,z)$;

$$\Omega = \begin{cases} x = 0, & y = 0, \\ x = a, & y = b \end{cases} \quad \text{аймағында} \quad \varphi = 0; \tag{2}$$

$$z=0 \text{ болса } \frac{\partial \varphi}{\partial t} = \alpha\varphi \quad \text{және} \quad Z=H \text{ болса } \varphi = 0. \tag{3}$$

Мұнда φ - ауа ағынымен таралатын қоспаның қарқындылығы; u, v, w –тиісінше OX, OY, OZ осьтері бойындағы жылдамдық векторының компоненттері; μ >0, ν >0 - көлденең және тік тұтқырлық коэффициенттері; σ =const>0 - қоспаның сыртқы ортамен өзара әрекеттесу коэффициенті; α > 0 - қоспаның атмосфераның беткі қабатымен өзара әрекеттесу коэффициенті; f (x, y, z, t) - ластану көзін сипаттайтын функция. Мәселені шешуде қоспаның шығу көзінің функциясы келесі түрде алынды:

$$f = Q\delta(x - x_0)\delta(y - y_0)\delta(z - z_0)\delta(t - t_0),$$

мұнда x_0, y_0, z_0 - таралу көзінің бастапқы координаттары; t_0 - таралу көзінің қоспаны шығаратын бастапқы уақыты; Q - оның күші.

Шешім $\Omega \times \Omega_t$ аймақта ізделінеді, мұнда

$$\Omega = \{x \in [0,a],\ y \in [0,b],\ z \in [o,H]\}, \qquad \Omega_t = \{o \le t \le T\}.$$

Аймақтың шекаралық аймағында $\varphi = 0$ шартын қанағаттандыруы үшін [a,b] параметрлері жеткілікті үлкен деп есептеледі. Айнымалы жылдамдық өрісі берілген мәселені шешуде белгілі бір ерекшеліктер талап етеді. Бастапқы дифференциалдық (1)-(3) есепті тиісті айырмашылық есептерімен аппроксимациялау кезінде қиыншылықтар туындайды. Жылдамдық профилінің өзгермелілігі жағдайында (1) теңдеуіндегі тиісті операторларды аппроксимациялау мүмкіндігін қарастырайық. Алдымен біз конвективті мүшелерді ғана қамтитын таралу теңдеуін қарастырайық, яғни есеп екі өлшемді болсын. Бастапқы теңдеуді келесі түрде жазамыз:

$$\Omega \times \Omega_t \text{ аймағында } \frac{\partial \varphi}{\partial t} + u\frac{\partial \varphi}{\partial x} + v\frac{\partial \varphi}{\partial y} = f \tag{4}$$

мұнда $\Omega = \{x \in [0,a],\ y \in [0,b]\}$, $\Omega_t = \{o \le t \le T\}$.

Жалпы жағдайда жылдамдық компоненттері x, y және z-ке байланысты функциялар болып табылады. Бұл жағдайда әр t уақытта келесі үздіксіздік теңдеуі қанағаттандырылуы керек:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0 \tag{5}$$

(4) теңдеуді келесі түрде жазамыз:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + A\varphi = 0 \tag{6}$$

мұнда $A\varphi = u\frac{\partial \varphi}{\partial x} + v\frac{\partial \varphi}{\partial y}$.

Скалярлық көбейтіндіні қарапайым түрде енгіземіз:

$$(A\varphi, \varphi) = \int_0^a dx \int_0^b \left(u\frac{\partial \varphi}{\partial x} + v\frac{\partial \varphi}{\partial y} \right) \varphi dy \tag{7}$$

Сонда (2) ескере отырып, (4) өрнекті келесі түрде өзгертуге болады:

$$(A\varphi,\varphi)=\int_0^a dx\int_0^b \frac{1}{2}\left(\frac{\partial u\varphi^2}{\partial x}+\frac{\partial v\varphi^2}{\partial y}\right)dy \qquad (8)$$

Әрі қарай $A=A_1+A_2$ деп алайық. Сонда әрбір A_α (α =1,2) үшін бөлек формула аламыз:

$$\left.\begin{aligned}(A_1\varphi,\varphi)&=\frac{1}{2}\int_0^a dx\int_0^b \varphi^2\frac{\partial u}{\partial x}dy\\(A_2\varphi,\varphi)&=\frac{1}{2}\int_0^a dx\int_0^b \varphi^2\frac{\partial v}{\partial y}dy\end{aligned}\right\} \qquad (9)$$

A_1 және A_2 операторлары үшін [1] келесі өрнекті таңдау ұсынады:

$$\left.\begin{aligned}A_1\varphi&=u\frac{\partial\varphi}{\partial x}+\frac{\varphi}{2}\frac{\partial u}{\partial x}\\A_2\varphi&=v\frac{\partial\varphi}{\partial y}+\frac{\varphi}{2}\frac{\partial v}{\partial y}\end{aligned}\right\} \qquad (10)$$

Мұнда $A=A_1+A_2$ байланысы орындалатыны ескеріледі. Шынында да, үздіксіздік жағдайын ескере отырып:

$$(A_1+A_2)\varphi=u\frac{\partial\varphi}{\partial x}+v\frac{\partial\varphi}{\partial y}+\frac{\varphi}{2}\left(\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}\right)=u\frac{\partial\varphi}{\partial x}+v\frac{\partial\varphi}{\partial y}=A\varphi \qquad (15)$$

Енді біз (1) түріндегі теңдеу арқылы сипатталған нақты үш өлшемді есепті қарастырамыз, бірақ оны оператор түрінде алайық:

$$\Omega \text{ x } \Omega_t \quad \text{аймағында} \qquad \frac{\partial\varphi}{\partial t}+\sum_{\alpha=1}^{3}A_\alpha\varphi=f \qquad (11)$$

Мұнда жоғарыда айтылған ескертулерге сәйкес, келесі белгілеулер енгізілді:

$$A_1\varphi=\frac{\partial u\varphi}{\partial x}-\mu\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2}-\frac{\varphi}{2}\frac{\partial u}{\partial x};$$

$$A_2\varphi=\frac{\partial v\varphi}{\partial y}-\mu\frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2}-\frac{\varphi}{2}\frac{\partial v}{\partial y};$$

$$A_3\varphi=\frac{\partial w\varphi}{\partial z}-\nu\frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2}-\frac{\varphi}{2}\frac{\partial w}{\partial z}+\sigma\varphi .$$

Жазудың осы формасы қойылған есепті сандық шешу үшін дәстүрлі бөлшектеу сұлбасын қолданғанда ыңғайлы болады. Келесі аймақта (11) теңдеуінің шешімін іздейміз:

$\Omega=\{x\in[0,a],\ y\in[0,b],\ z\in[o,H]\}$, $\qquad \Omega_t=\{o\le t\le T\}$.

бастапқы және шектік шарттар:

t=0 болса $\varphi=\varphi_0(x,y,z)$; $\qquad \left\{\begin{matrix}x=0, & x=a,\\ y=0, & y=b\end{matrix}\right\}$ болса φ=0; $\qquad$ (12)

z=0 болса $\dfrac{\partial\varphi}{\partial z}=\alpha\varphi$; $\qquad$ z=H болса φ=0.

Есепті сандық әдістермен шешу үшін бөлшектеу әдістеріне негізделген айырымдық сұлбаларды қолданамыз [1]. Бөлшектеудің әр түрлі тәсілдері мен әдістері белгілі [1, 2], мысалы, физикалық үдерістерге, кеңістіктік айнымалылары бойынша бөлшектеу. Біз бірінші кезеңінде қоспалардың көлденең таралуы мен диффузиясын, ал екінші кезеңде қоспалардың OZ осі бағыты бойынша конвекциясы мен диффузиясын қамтитын бөлшектеу әдісін пайдаланамыз. Дегенмен, бөлшектеу сұлбаларын қолданар алдында әдістің қолдануға болатындығын тексеру керек, яғни. бастапқы дифференциалдық есептердегі A_1, A_2 және A_3 операторларының таңбасы анықталуын тексеру керек [6-9]. Басқаша айтқанда, келесі қатынастардың орындалуын тексереміз:

$$(A_\alpha \varphi, \varphi) > 0, \quad \alpha = 1,2,3. \tag{13}$$

u=u(z) , v=const, w=const болған жағдайды қарастырайық.

$$(A_1\varphi,\varphi) = \int_0^a\int_0^b\int_0^H \left(\frac{\partial u\varphi}{\partial x} - \mu\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2} - \frac{\varphi}{2}\frac{\partial u}{\partial x}\right)\varphi dxdydz =$$

$$= \int_0^b dy\int_0^H dz\int_0^a \left[\frac{u}{2}\frac{\partial\varphi^2}{\partial x} - \mu\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2}\varphi\right]dx = \int_0^b dy\int_0^H \left[\frac{u}{2}\varphi^2\Big|_0^H - \mu\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)\varphi\Big|_0^a\right]xdz +$$

$$+\int_0^b dy\int_0^H \left[\mu\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)^2\right]dz = \mu\int_0^b\int_0^H\int_0^a \left(\frac{\partial\varphi(x,y,z,t)}{\partial x}\right)^2 dxdydz > 0$$

(12) шектік шарттарға, сондай-ақ u=(z), v=const және w=const шарттарына сәйкес A_1 операторының оң анықтығын аламыз. Сол сияқты, A_2 операторының оң айқындалғандығын да көре аламыз. A_3 операторының оң анықталғандын дәлелдеу қажет. Осы мақсатта біз ($A_3\ \varphi,\ \varphi$) скаляр көбейтіндісін қарастырайық және оң анықталғандығы $\nu\alpha - \frac{w}{2}$ >0 шартында ғана орындалады. Шынында:

$$\iiint_\Omega \left[\frac{\partial w\varphi}{\partial z} - \nu\frac{\partial^2 w\varphi}{\partial z^2} - \frac{\varphi}{2}\frac{\partial w}{\partial z} + \sigma\varphi\right]\varphi d\Omega = \int_0^a dx\int_0^b dy\int_0^H \left[\frac{w}{2}\frac{\partial\varphi}{\partial z} - \nu\frac{\partial^2 w\varphi}{\partial z^2} + \sigma\varphi^2\right]dz =$$

$$= \frac{w}{2}\int_0^a\int_0^b \varphi^2\Big|_0^H dxdy - \int_0^a\int_0^b\int_0^H \nu\frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2}\varphi dxdydz + \int_0^a\int_0^b\int_0^H \sigma\varphi^2 d\Omega = J_1 + J_2 + J_3$$

J_α (α =1,2,3) бөлек қарастырсақ:

$$J_1 = \frac{w}{2}\int_0^a\int_0^b \left[\varphi^2(x,y,H,t) - \varphi^2(x,y,0,t)\right]dxdy = -\frac{w}{2}\int_0^a\int_0^b \varphi^2(x,y,0,t)dxdy;$$

$$J_2 = -\int_0^a dx\int_0^b dy\int_0^H \nu\frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2}\varphi dz = \left|\begin{matrix} \frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2}dz = dz & \varphi = q \\ z = \frac{d\varphi}{dz} & dq = \frac{\partial\varphi}{\partial z}dz \end{matrix}\right| =$$

$$= -\int_0^a\int_0^b dxdy\nu\left[\frac{\partial\varphi}{\partial z}\varphi\Big|_0^H - \int_0^H\left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)^2 dz\right]\Bigg| = -\int_0^a\int_0^b \nu\left[-\alpha\varphi^2(x,y,0,t) - \int_0^H\left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)^2 dz\right]\Bigg|dxdz = ;$$

$$= \int_0^a\int_0^b \left[\nu\alpha\varphi^2(x,y,0,t)dxdy + \int_0^H \nu\left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)^2 dxdydz\right]\Bigg|$$

$$J_1 + J_2 = \int_0^a \int_0^b \left[v\alpha - \frac{w}{2} \right] \varphi^2 (x, y, 0, t) dxdy + \iiint_\Omega v \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z} \right)^2 d\Omega \ ;$$

$$J_3 = \iiint_\Omega \sigma \varphi^2 d\Omega \, .$$

w, σ, α мәндерінің оңтаңбалы, сондай-ақ $v\alpha - \frac{w}{2} > 0$ шартының қанағаттандырылатындығына байланысты A_3 операторы оң анықталған болып табылады. Осылайша, A_α (α =1, 2, 3) операторларының жартылай оң анықталғандығы жайлы талаптар қанағаттандырылады. Бірақ A_1, A_2, A операторларына бірдей жалпы нөлдер жоқ деп есептеуіміз керек.

Дифференциалды (11)-(12) есебін сәйкес айырымдық есеппен аппроксимациялаймыз. Ол үшін әдеттегідей Ω-да айырымдық торын құрамыз. Тиісінше, осьтар бойынша қадамдарды Δ x, Δ y және Δ z арқылы белгілейік. Тор түйіндері координаталары (x_i, y_j, z_k), мұнда $i = \overline{0, M}$; $j = \overline{0, N}$; $k = \overline{0, K}$.

Дифференциалдық A_α (α =1,2,3) операторларды келесі Λ_α арқылы белгіленген айырымдық өрнек арқылы аппроксимациялаймыз:

$$\Lambda_1 \varphi = u_k \frac{\varphi_{i+1,j,k} - \varphi_{i-1,j,k}}{2\Delta x} - \frac{\mu}{\Delta x^2} \left[\varphi_{i+1,j,k} - 2\varphi_{i,j,k} + \varphi_{i-1,j,k} \right] ;$$

$$\Lambda_2 \varphi = v \frac{\varphi_{i,j+1,k} - \varphi_{i,j-1,k}}{2\Delta y} - \frac{\mu}{\Delta y^2} \left[\varphi_{1,j+1,k} - 2\varphi_{i,j,k} + \varphi_{i,j-1,k} \right] ; \qquad (14)$$

$$\Lambda_3 \varphi = w \frac{\varphi_{i,j,k+1} - \varphi_{i,j,k-1}}{2\Delta z} - \frac{\mu}{\Delta z^2} \left[\varphi_{i,j,k+1} - 2\varphi_{i,j,k} + \varphi_{i,j,k-1} \right] ;$$

$$i = \overline{0, M-1}; \quad j = \overline{0, N-1}; \quad k = \overline{0, K-1} \ ,$$

мұнда M, N, K – тиісінше OX, OY, OZ осьтері бағытындағы тор түйіндердің санына сәйкес. Шектік шарттар бірінші реттік дәлдікпен аппроксимацияланады (кейінірек H = 0 шектік шарты үшін аппроксимациялау дәлдігін арттырамыз). Онда:

i =0, i =M $\varphi_{i,j,k}$ = 0; j =0, j =N үшін $\varphi_{i,j,k}$ = 0;

k=1 үшін $\left(\varphi_{i,j,k} - \varphi_{i,j,k-1}\right) \Big/ \Delta z = \alpha \varphi_{i,j,k}$, k=K үшін $\varphi_{i,j,k}$ = 0.

Қарапайымдылық үшін тор функциясы үшін келесі белгілеулерді аламыз:

$$\varphi(t) = \left\{ \varphi_{i,j,k}(t) \right\} ; \quad f = \left\{ f_{i,j,k} \right\} ; \quad g = \left\{ g_{i,j,k} \right\}, \quad (i = \overline{0, M-1}; \ j = \overline{0, N-1}; \ k = \overline{0, K-1} \ ) ;$$

$$\varphi(t) \in \Phi_h \ ; \qquad f \in F_h \ ; \qquad g \in G_h \ , \qquad (15)$$

мұнда h белгісі тор кеңістіктерінде жұмыс істейтінімізді білдіреді. (14), (15) ескере отырып, бастапқы (11) - (12) есептегі айырымдық аналогын келесі түрде жазамыз:

$$\Omega_h \text{ x } \Omega_\tau \text{ аймағында } \quad \frac{\varphi^{n+1} - \varphi^n}{\tau} + \sum_{i=1}^{3} \Lambda_\alpha \varphi^n = f^n , \qquad (16)$$

мұнда $\Omega_h = \{t_n, n = \overline{0, L}, t_n = nx\tau\}$; $l\varphi$ =g .

Айырымдық (14) есебі айқын сызба арқылы жазылғанын ескертеміз. Демек, бұл шартты түрде тұрақты. Біз оны аппроксимациялау дәлдігіне сәйкес айқын емес сызбамен ауыстырамыз. Мұндай сызба - екі циклды компоненттері бойынша ыдырту (бөлшектеу) сызбасы. (14) орындалуы кезінде Λ_α операторы құрамында шектік шарттар орындалған деп есептейміз. Шын мәнінде, олар бағдарламалау алгоритмін дайындау кезінде сызбаны тікелей іске асыру үшін қажет. Осылайша, сызба келесі түрде жүзеге асырылады:

$$\left.\begin{aligned}
\left(E + \frac{\tau}{2}\Lambda_1^j\right)\varphi^{j+2/3} &= \left(E - \frac{\tau}{2}\Lambda_1^j\right)\varphi^{j-1} \\
\left(E + \frac{\tau}{2}\Lambda_2^j\right)\varphi^{j-1/3} &= \left(E - \frac{\tau}{2}\Lambda_1^j\right)\varphi^{j+2/3} \\
\left(E + \frac{\tau}{2}\Lambda_3^j\right)\left(\varphi^j - \tau f^j\right) &= \left(E - \frac{\tau}{2}\Lambda_3^j\right)\varphi^{j-1/3}
\end{aligned}\right\}$$

$$\left(E + \frac{\tau}{2}\Lambda_3^j\right)\varphi^{j+1/3} = \left(E - \frac{\tau}{2}\Lambda_3^j\right)\left(\varphi^j + \tau f^j\right); \qquad (17)$$

$$\left(E + \frac{\tau}{2}\Lambda_2^j\right)\varphi^{j+2/3} = \left(E - \frac{\tau}{2}\Lambda_2^j\right)\varphi^{j+1/3};$$

$$\left(E + \frac{\tau}{2}\Lambda_1^j\right)\varphi^{j+1} = \left(E - \frac{\tau}{2}\Lambda_1^j\right)\varphi^{j+2/3}; \text{ J=1,2,... }, \qquad \varphi^0 = g,$$

мұнда $\Lambda_\alpha^j = \Lambda_\alpha(t_j)$; $f^j = f(t_j)$.

Тегіс шешімдерде егер Λ_1, Λ_2, Λ_3 оң анықталған операторлар болса, τ бойынша екінші дәрежелі аппроксимциясы бар болғандықтан b абсолютті тұрақты болып табылады. Мұнда τ - уақыт қадамы, n – уақыт бойынша қабат номері (τ L=T). Жүйенің әр теңдеуі қуалау әдісімен жүзеге асырылады. Мұнда аралық қадамдарда шектік шарттарды анықтау өте маңызды мәселе болып табылады. Дегенмен, шектік жағдайдың құрылымы қуалау әдісін қолдану үшін қажетті параметрлерді оңай анықтауға мүмкіндік береді. Жалпы жағдайда үш өлшемді есептер үшін аталған жағдай алгоритмдік құрылымдағы ең күрделі мәселелердің бірі болып табылады.

Қазіргі уақытта дайындалған есептеу алгоритмінің бірінші нұсқасы жүзеге асырылды, яғни тиісті бағдарлама құрастырылды.

Қорытындылай келе, тиімді нұсқаны анықтау үшін есептеу алгоритмінің басқа нұсқаларын да қолданып көруге ниеттіміз.

Атмосферадағы жылдам нүктелік көзден шығатын монодисперсті пассивті қоспаладың таралу мәселесі жазықтық қоспаны ішінара жұтады деген шартпен шешілді. Математикалық модель (11) - (12) теңдеулерімен сипатталды. Бойлық жылдамдық u компоненті z координатасының функциясы болып табылады. Жоғарыда келтірілген алгоритмге сәйкес, бөлшектеу әдісіне негізделген сандық есептеу бағдарламасы құрастырылып, іске асырылды. Әртүрлі параметрлер режимінде қоспалардың таралуы есептелген (1 кесте).

1-кесте. **Режимдік параметрлер кестесі**

№№ р/б	Параметрлер атауы	Параметрлер мәндері		
1	Облыстың өлшемдері, axbxH, м	$10^4 x10^4 x10^2$	$10^3 x10^3 x50$	$10^4 x10^4 x10^2$
2	Рейнольдс критерийі	5	67	15
3	Таралу көзінің қуаты, бірлікте	1	1	1

4	Қоспаны сіңіру коэффициенті, 1/сек	1	0	1
5	Қоспаның жер бетімен өзара әрекеттесу коэффициенті, 1/м	1	1	1
6	Таралу көзінің координаттары, м	2000x1500x100	200x500x100	а) 2000x1500x100 б) 7000x 4500x100
7	Желдің бастапқы жылдамдығы, м/сек	5	10	15

Бастапқы бойлық жылдамдық u = f (z) профилінің түрлері, Рейнольдс санының мәні өзгерді. Есептеулер аймақта екі лездік көздер бар деп жүргізілді.

Пассивті монодисперлік қоспаның таралу есебін шешу сандық әдістермен жүзеге асырылды. Алдын ала құрылған қоспалардың таралуын есептеу әдістемесі көмегімен желдің тұрақты жылдамдығында есептеулер жүргізілді. пен мүмкіндік берді. Қазіргі кезеңде желдің айнымалы жылдамдық профилі жағдайында есептеу алгоритмдері құрылуда. Алынған нәтижелер қарастырылып отырған ағымның физикалық заңдылықтарына сәйкес келеді.

Есептеу алгоритмінің бір нұсқасы әзірленді және ол теориялық негізделді, яғни есептеу экспериментін жүргізу үшін сандық әдістерді қолдану мүмкіндігі дәлелденді..

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Маркук Г.И. Экологиялық мәселені математикалық модельдеу. - Мәскеу: Ғылым, 1982. -319 б.

[2] Маркук, Г.И., Бөлу әдістері. М., Ғылым, 1988

[3] А.Айдосов, Н.З. Заурбеков. Табиғи үрдістерді болжаудың теориялық негіздері және қоршаған ортаның экологиялық жағдайлары. Кітап 3., қоршаған ортаны және геоэкологиялық карталар құрылысының атмосфералық процестерді болжаудың теориялық негіздері ҚМГКК - А., Қазақ университеті, 2000 (монография). - 219 отырып. (бірлескен авторлықпен)

[4] А.Айдосов, Г.А. Айдосов, Н.С. Заурбеков. Төтенше жағдайлардағы экологиялық жағдайды модельдеу - Алматы, 2010 (монография). - 414 б.

[5] А.Айдосов, Г.А. Айдосов, Н.С. Заурбеков. Қоршаған ортаны нақты экологиялық жағдайдың модельдері.- Алматы, 2010 (монография) 368 б.

[6] А.Айдосов, Г.А. Айдосов, Н.С. Заурбеков, Г.И.Ажиева. Қоршаған орта компоненттерінің аймақтағы мұнай және газ антропогендік әсер ету моделін бағалау - Алматы, 2015 (монография). - 160 б.

[7] А.Айдосов, Г.А. Aidosov, N.S.Zaurbekov, N.D.Zaurbekova Модельдердің техногендік жүктеме құрамдас оңтүстік өнеркәсіптік аймақтарының табиғи ортаны болжамдау. - монография, ISBN 978-601-263-350-4 - Алматы, 2016 ж. - 240 бет.

[8] А.Айдосов, Н.С. Заурбеков. Ортада құрамдас зиянды заттардың әсерін бағалау үшін модельдеу әдістері - Монография / Алматы, 2016 - 252 б.

[9] А.Айдосов, Г.А. Айдосов, Н.С. Заурбеков. Табиғи және техногендік ластаушы заттардың теориясы мен әдістемесін әр түрлі климаттық жағдайларда таралуын сипаттау -монография / - Алматы, 2016 – 240 б.

Айдосов А., Заурбеков Н.С., Заурбекова Г.Н., Кзылбаев М.С.

Моделирование распространения вредных веществ при переменном профиле скорости.

Резюме. Рассмотрены решение экологических проблем, поскольку загрязнение атмосферы увеличивается из-за увеличения и распространения загрязняющих веществ. Проблема распространения монодисперсной пассивной смеси из источника быстрой точки в атмосфере была решена тем, что плоскость частично поглощалась в смеси. Он характеризуется уравнениями математической модели.

Ключевые слова: математическая модель, распространение примеси, профиль скорости.

Aidosov A., Zaurbekov N.S., Zaurbekova G.N., Kzylbayev M.S.

Simulation of harmful substances distribution at an alternating velocity profil

Summary. This article deals with the solution of environmental problems, as the pollution of the atmosphere increases due to the enhancing and spreading of pollutants. The problem of the distribution of a monodisperse passive mixture from a fast-point source in the atmosphere was solved by the fact that the plane was partially absorbed in the mixture. It is characterized by the equations of a mathematical model.

Key words: mathematical model, impurity distribution, velocity profile.

УДК 00.004.75

С.Е. Нысанбаева, М.М. Магзом, А.Т. Нюсупов
(Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК,
Алматы, Республика Казахстан)

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ КОНСЕНСУСА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ РАСПРЕДЕЛЕННОГО РЕЕСТРА

Аннотация. В данной статье рассмотрены перспективы развития децентрализованных систем для достижения консенсуса на основе технологии распределенного реестра, с целью дальнейшего использования данной технологии для реализации практических децентрализованных приложений. Рассмотрены основные понятия и особенности построения децентрализованных систем. Особое внимание уделено технологии распределенного реестра, проанализированы ключевые возможности и принципы функционирования. Проведен анализ систем на основе реестров Blockchain и Tangle. Показана важность применения подобных систем для повышения безопасности передачи данных в современных информационных сетях.

Ключевые слова: децентрализованные сети, распределённый реестр, консенсус, blockchain.

Введение

В настоящее время широко распространены распределенные информационные системы, в которых имеются несколько автономных вычислительных узлов, взаимодействующих для выполнения общей цели. Такие системы могут иметь децентрализованную структуру, которая позволяет добиться высокого уровня отказоустойчивости и безопасности. Под децентрализованными, одноранговыми или пиринговыми (peer-to-peer, P2P) подразумеваются системы, в которых отсутствуют узлы, управляющие работой других узлов [1]. Архитектура P2P сетей состоит из равноправных узлов, которые одинаково взаимодействуют между собой. Каждый узел может выступать как в роли клиента, так и сервера. Серверы могут обрабатывать запросы клиентов и оптимизировать работу узлов. Любой узел сети не гарантирует своего присутствия на постоянной основе и может появляться, и исчезать в любое время. При достижении критического количества узлов, сеть функционирует на основе множеств серверов. Основным принципом построение P2P систем является нулевое доверие (zero config), то есть каждый пользователь сети может запустить децентрализованное приложение без ввода каких-либо данных.

Децентрализованные системы появились в условиях необходимости повышения безопасности и конфиденциальности в централизованных системах вида «клиент-сервер», в которых данные клиентов могут подвергаться изменению на стороне сервера. Современные децентрализованные системы используются для:

– обмена информацией;
– создания криптовалютных систем;
– распределенного вычисления;

Однораноговые сети проектируются на основе физической сети, в которых используется сетевая архитектура TCP/IP. Прикладные узлы в P2P сетях представляют собой виртуальную оболочку, которая реализуется на физических узлах. Для взаимосвязи между узлами используются различные сетевые логические конструкции.

В условиях повышенного интереса к обеспечению конфиденциальности информации во всем мире, появляется необходимость исследования и разработки эффективных средств защиты данных для различных децентрализованных систем. Особенно актуальным являются системы, созданные на основе технологии распределённого реестра [2], в которых имеется общая база данных, хранящаяся у всех участников системы. Благодаря такой технологии улучшается целостность и повышается безопасность рабочих процессов. Подобные системы функционируют на основе различных механизмов консенсуса, где используется заданный алгоритм «договорённости» между пользователями системы. Консенсус в распределенной системе достигается путем получения согласованной информации участниками и исключаются случаи, когда возможны отказы отдельных участников, передача неверной информации, умышленное или случайное искажение переданных значений средой отправки данных.

Теория консенсуса в распределённых системах сформировалась в 80-х годах XX века, когда американский ученный Лесли Лампорт предложил алгоритм [3] для решения «задачи византийских генералов» (задача взаимодействия нескольких удаленных узлов, которые получили команды из главного центра). Данное решение используется для частного случая, в котором не учитывается динамическое изменение узлов сети. Решение задачи для общего случая стало возможным с появлением в 2008 году технологии распределенного реестра.

1 Технология распределенного реестра

Технология распределенного реестра позволяет хранить, передавать и получать доступ к информационным ресурсам в общей базе данных. Реестр – это распределенная цифровая книга, в котором применяются криптографические алгоритмы для контроля процессов создания и передачи цифровых активов [2]. В книге хранятся сведения о всех проведенных транзакциях между пользователями внутри децентрализованной сети. Изменения информации в одном реестре синхронизируются с остальными узлами, что позволяет обеспечить полную идентичность копии баз данных. В реестре отсутствует центральная система проверки, так как все транзакции проверяются и одобряются другими пользователями с помощью различных механизмов консенсуса [4].

Структура функционирования распределенного реестра показана на рисунке 1.

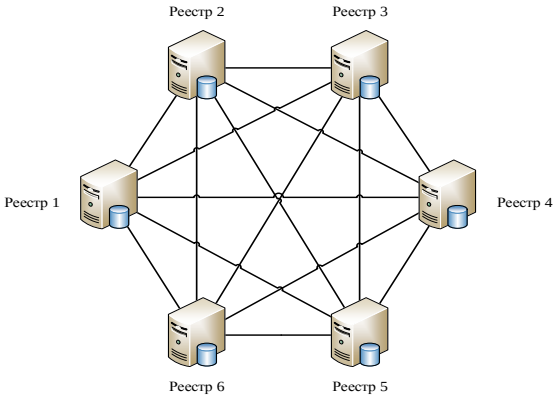


Рис. 1. Структура функционирования распределенного реестра.

На рисунке 1 представлены взаимосвязанные реестры 1-6, в которых хранятся общие информационные ресурсы сети. Все узлы сети связываются между собой, позволяя проводить транзакции и функционировать как единое хранилище данных. Актуальной и широко известной технологией распределённого реестра является Blockchain [5]. Blockchain – это общая, децентрализованная и зашифрованная база данных, которая функционирует как необратимый и устойчивый к атакам репозиторий информационного хранилища. База данных Blockchain состоит из расположенных в хронологическом порядке блоков. Функционирование Blockchain осуществляется на основе двух типов участников – пользователей и валидаторов. Транзакции в Blockchain выполняются пользователями. Валидаторы осуществляют проверку подлинности всех транзакций и заносят их в очередной блок. Любая операция обмена верифицируется на основе уверенности в целостности ранее созданных блоков. Единожды занесенная информация в блоки не может быть изменена или удалена. Таким образом Blockchain является одновременно сетью и базой данных, которая характеризуется внутренней безопасностью и целостностью. Важно заметить, что Blockchain не имеет универсального определения, так как его реализация зависит от практических задач.

В настоящее время существуют публичные, закрытые и гибридные виды Blockchain технологии [6]. В публичном Blockchain все пользователи децентрализованной сети имеют равные права и могут участвовать в формировании распределённого реестра. Закрытый Blockchain дает возможность создавать цепочки-блоков, просматривать или принимать участие в транзакциях только доверенным пользователям. В гибридных Blockchain технологиях используются элементы публичных и закрытых Blockchain. Например, контролировать транзакции могут только доверенные участники, однако у всех пользователей имеется возможность просматривать верифицируемые транзакции.

Альтернативой Blockchain является современный распределенный реестр Tangle [7], в котором решаются проблемы существующих реестров, связанных со сборами налогов за транзакции. Вследствие подобного рода ограничений затрудняется процесс проведения микроплатежей, что представляется важным в свете развития интернет-вещей. В Tangle вместо блоков, используется направленный ациклический граф, который является реестром для хранения транзакций. Логика построения графа основывается на прямом подтверждении новой транзакции предыдущими двумя транзакциями. В результате каждый узел сети Tangle, совершая перевод активов, также участвует в косвенной валидации других переводов. Реестр Tangle может временно содержать конфликтные транзакции, приводящие к двойным тратам. Для устранения данной проблемы в Tangle новой транзакции присваивается кумуля-

тивный вес, который определяется как сумма весов прямых и косвенных транзакций, которые его подтвердили. Конфликтные транзакции устраняются с помощью ссылочного алгоритма Tangle, который в процессе верификации, стремиться выбрать транзакцию с большим кумулятивным весом. Благодаря данному решению повышается уровень безопасности и устраняется риск двойных трат в сети.

3 Децентрализованные системы на основе распределённого реестра.

Большинство децентрализованных систем на основе технологии распределенного реестра созданы с использованием Blockchain. На рисунке 2, показаны виды открытых, закрытых и гибридных Blockchain систем, а также реализация на базе Tangle.

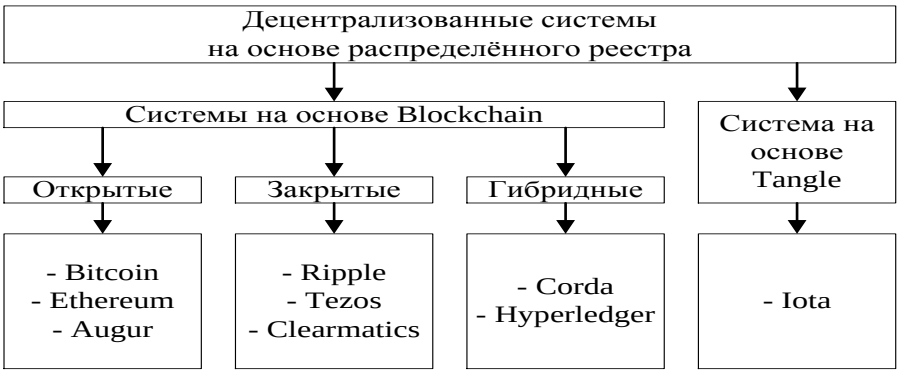


Рис. 2. Децентрализованные системы на основе распределенного реестра

К открытым Blockchain относятся: Bitcoin [8], Ethereum [9], Augur [10] и т.д. К закрытым принадлежат: Ripple [11], Tezos [12], Clearmatics [13] и т.д. Гибридные Blockchain системы: Corda [14], Hyperledger [15]. К системе на основе Tangle относится Iota [16].

Первой и наиболее известной реализацией на базе открытого Blockchain является платежная система Bitcoin [8]. Данная система разработана Сатоси Накамото, который в 2008 году впервые опубликовал концепцию криптовалюты. До появления Bitcoin, основным препятствием при разработке подобного рода систем являлась проблема двойных трат, по которой любой участник системы, мог осуществить повторную продажу одних и тех же активов. Bitcoin решил данную проблему и предложил безопасную альтернативу денежной валюте. Основными достоинствами Bitcoin, отличающих ее от традиционных платежных систем, является:

– проведение безопасных платежей;
– избежание государственного контроля монетарной, финансовой и налоговой системы;
– минимальные комиссионные отчисления за проведенные транзакции.

Данная технология основывается на сети участников, которые обмениваются между собой двумя типами сообщений: транзакциями и блоками. Согласованность между участниками сети, достигается посредством введения журналов транзакции, то есть блоков. Цепочка блоков формируется определенными группами людей – «майнерами», которые используют ресурсы своего оборудования для вычисления хэш значения нового блока. Благодаря использованию алгоритма криптографического хеширования SHA-256 [17] (Secure Hash Algorithm - 256), достигается высокий уровень устойчивости к взлому.

Etherium [9] является открытой Blockchain платформой для создания децентрализованных приложений, позволяющих автоматизировать процесс взаимодействие между участниками сети с помощью smart-контрактов. В Etherium имеется настраиваемая логика транзакций для разработки платежных систем, которые функционируют без участия посредников. В качестве обменных информационных ресурсов используется единица – эфир. Платформа разработана с акцентом на высокую скорость обработки и передачи данных, обеспечение безопасности приложений, а также на лучшее взаимодействие различных систем.

Augur [10] – децентрализованная открытая платформа, ориентированная на рынок предсказаний, которая позволяет делать прогнозы на различные события. Участники, верно сделавшие прогноз, получают денежное вознаграждение, тогда как остальные теряют свои средства. Цены, установленные на рынке предсказаний, являются эффективным индикатором, который указывает на вероятность наступления событий.

Активное распространение получили закрытые системы на основе Blockchain. Ripple [11] является закрытой платформой для реализации криптовалютных платежных систем. В платформе имеются протоколы, учитывающие проведения платежей в различных финансовых институтах. С использованием Ripple значительно возрастает скорость транзакций в банковской сфере. Tezos [12] – децентрализованная криптовалюта, которая функционирует на основе smart-контрактов. Tezos предоставляет встроенную модель управления,

которая осуществляет поддержку децентрализованной сети на основе различных инструментов. Clearmatics [13] – платформа для создания децентрализованных систем в области внебиржевого рынка. Технология Clearmatics улучшает эффективность, прозрачность и совместимость сетевой инфраструктуры бизнеса. Это позволяет автоматизировать и минимизировать риски финансовых потерь в бизнес процессах.

Актуальными также являются гибридные Blockchain системы. Corda [14] представляет собой платформу распределённого реестра на основе Blockchain для записи и обработки финансовых соглашений. Платформа поддерживает smart-контракты, которые автоматически выполняются на основе компьютерного кода и контролируются сторонами соглашения.

Hyperledger [15] – экосистема разработок на основе Blockchain, которая включает в себя 5 различных платформ (Sawtooth, Iroha, Fabric, Burrow, Indy) и 3 модуля (Composer, Explorer, Cello) для создания распределенных и децентрализованных Blockchain систем. Платформы предоставляют эффективные инструменты на основе smart-контрактов. Модули позволяют конструировать открытые и гибкие Blockchain системы с расширенной конфигурацией для каждого встроенного компонента.

Реализация на базе Tangle – Iota [16] представляет собой криптовалютную систему для проведения микроплатежей между различными устройствами (интернет-вещи), которые связаны между собой посредством определённых технологий. Данная система позволяет проводить транзакции без сбора каких-либо налоговых платежей. Основными преимуществами Iota являются масштабируемость и гибкость.

4. Алгоритмы распределенного консенсуса

Наиболее известными алгоритмами консенсуса являются: Paxos [18], Chandra–Toueg [19], Raft [20], и алгоритмы, входящие в технологию Blockchain [21]. Paxos [18] – это гибкий и отказоустойчивый протокол консенсуса, который используется в приложениях для согласования общих значений между распределенными участниками. Принцип работы алгоритма основывается на взаимосвязи агентов, в котором предложенные поставщиками значения, обрабатываются получателями с целью принятия или отклонения конкретного предложения. Chandra–Toueg [19] – алгоритм для решения задач консенсуса в ненадежных распределённых системах. Данный алгоритм распознает неудачные процессы с помощью модуля детектора отказов. В результате ошибочные процессы исключаются из работы системы, что способствует достижению целостности взаимодействия всех процессов в системе. Raft [20] является гибким алгоритмом достижения консенсуса, который отличается от Paxos значительно упрощенной структурой при сохранении схожей эффективности.

Актуальным и современным решением достижения консенсуса в децентрализованных системах являются алгоритмы, лежащие в основе технологии распределённого реестра Blockchain. К наиболее известным относятся: подтверждение выполнения работы (Proof of Work, PoW [21]) и подтверждение доли (Proof of Stake, PoS [22]). Принцип достижения консенсуса PoW основывается на выполнении сложной задачи вычисления, результаты которого позволяют участвовать в валидации совершенных транзакций (операция обмена информационными ресурсами). За проведённые вычисления полагается вознаграждение, которое мотивирует пользователей принимать участие в распределённом консенсусе. Потенциальной уязвимостью алгоритма является возможность завладения злоумышленником 51% вычислительных ресурсов всей сети, с помощью которой он может изменять истории транзакций в свою пользу. Аналогичным алгоритмом является PoS, в котором вместо подтверждения работы используется доказательство владения заданным количеством ценных информационных ресурсов, как правило электронной валюты. Подтверждение наличия таких ресурсов дает право участвовать в доле консенсуса, равной от общей доли всех участников сети.

Алгоритмы достижения консенсуса используется практически во всех децентрализованных системах, основанных на Blockchain и Iota. Так, согласованность в Bitcoin достигается на основе PoW. В Etherium применятся измененный алгоритм консенсуса PoW – EthHash, в котором устраняется проблема атаки с использованием 51% вычислительной мощности сети. Консенсус в Riple достигается с помощью алгоритма RPCA (Ripple Protocol Consensus Algorithm). Данный алгоритм основывается на подтверждении транзакций путем выбора приоритетного узла – лидера, которому соответствует наиболее верный вариант реестра. Участвовать в подтверждении транзакций в Riple, может только доверенный круг узлов. В данной криптовалюте используются протоколы консенсуса PoW и PoS. Алгоритмы консенсуса и транзакций в Tezos могут обновляться автоматически, благодаря чему обеспечивается повышенная стабильность функционирования компонентов системы.

4 Заключение

Рассмотренные децентрализованные системы для достижения консенсуса на основе распределённого реестра показывают, что такие системы обеспечивают высокую степень безопасности в области хранения и передачи информации и характеризуются конфиденциальностью, целостностью и доступностью данных. Выделены важные аспекты развития технологии распределённого реестра, которая позволяет значительно

улучшить существующие системы финансовых институтов, оптимизировать бизнес процессы и создать прочную основу для проведений электронных платежей. Показана перспективность применения Blockchain технологии для разработки децентрализованных приложений и криптовалютных платежных систем.

Основными достоинствами децентрализованных систем на основе распределённого реестра являются:

– высокая отказоустойчивость функционирования;

– высокая надежность хранения и передачи информации;

– открытость и доступность используемых данных;

– отсутствие централизованного управления;

К недостаткам относится:

– требовательность к вычислительным ресурсам участников;

– сложность процессов разработки;

– наличие возможных уязвимостей;

Таким образом в процессе научно-технического прогресса в области информационной безопасности появляются новые средства защиты информации, основанные на различных криптографических алгоритмах шифрования. Рассматривается возможное применение децентрализованных систем на основе Blockchain в различных отраслях экономики и промышленности Республики Казахстан. В настоящее время в Казахстане разрабатываются две криптовалюты – Altyn Coin и Eurasia Coin, которые в скором времени должны получить распространение в Евразийском пространстве.

В рамках государственной программы «Цирфовой Казахстана» правительство РК планирует внедрить технологию Blockchain в процессы администрирования налога на добавочную стоимость (НДС). Данное решение позволит оптимизировать процессы сбора налогов, эффективно отслеживать цепочки финансовых транзакций налогоплательщиков и производить им гарантированный возврат НДС. Министерство финансов совместно с автономным кластерным фондом «ПИТ» планирует создать лабораторию по практическим исследованиям в области Blockchain и искусственного интеллекта, с использованием суперкомпьютера IBM Watson.

Таким образом криптовалютные платежные системы имеют высокий потенциал развития в будущем, так как заложенные в них методы и технологии гибко подстраиваются и модифицируются под различные условия.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Raval S. Decentralized Applications: Harnessing Bitcoin's Blockchain Technology. – O'Reilly Media, Inc., 2016. – 118 с.

[2] Pinna A., Ruttenberg W. Distributed Ledger Technologies in Securities Post-Trading Revolution or Evolution? // ECB Occasional Paper. – 2016. – №172. – С. 1-35.

[3] Lamport L., Shostak R., Pease M. The Byzantine generals problem //ACM Transactions on Programming Languages and Systems (TOPLAS). – 1982. – Т. 4. – №. 3. – С. 382-401.

[4] Kakavand H., Kost De Sevres N. The Blockchain Revolution: An Analysis of Regulation and Technology Related to Distributed Ledger Technologies. – 2016. – С. 1-27.

[5] Dhillon V., Metcalf D., Hooper M. Blockchain Enabled Applications: Understand the Blockchain Ecosystem and How to Make it Work for You. – Apress: Berkeley, 2017. – 218 с.

[6] Ferrarini B., Maupin J., Hinojales M. Distributed Ledger Technologies for Developing Asia //ADB Economics Working Paper Series. – 2017. – №. 533. – С. 1-32.

[7] Popov S. The tangle // IOTA Foundation. – 2016. – С. 131.

[8] Nakamoto S. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. – 2008. – С. 1-10.

[9] Dannen C. Introducing Ethereum and Solidity. – Springer, Singapore, 2018. – С. 253-262.

[10] Peterson J., Krug J. Augur: a decentralized, open-source platform for prediction markets // arXiv preprint arXiv:1501.01042. – 2015. – С. 1-19.

[11] Todd P. Ripple Protocol Consensus Algorithm Review // Ripple Labs Inc White Paper. – 16 с.

[12] Goodman L. Tezos – a self-amending crypto-ledger // White paper Book Tezos. – 2014. – 16 с.

[13] Mougayar W. Working as a layer on top of the internet, blockchain is an instrument of change // LSE Business Review. – 2016. – С. 1-3.

[14] Brown R. G., Carlyle J., Grigg I., Hearn M. Corda: An Introduction // R3 CEV. – 2016. – 15 с.

[15] Dhillon V., Metcalf D., Hooper M. The Hyperledger Project // Blockchain Enabled ApplicationsSpringer, 2017. – С. 139-149.

[16] IOTA - Next Generation Blockchain. // http://iota.org/ (дата обращения: 22.01.2018).

[17] Dobraunig C., Eichlseder M., Mendel F. Analysis of SHA-512/224 and SHA-512/256 // International Conference on the Theory and Application of Cryptology and Information Security –Springer, 2014. – С. 612-630.

[18] Meling H., Jehl L. Tutorial summary: Paxos explained from scratch // International Conference on Principles of Distributed Systems. – Springer, 2013. – С. 1-10.

[19] Hossain M. A. Performance Analysis of Chandra-Toueg Consensus Algorithm with S Failure Detector. – Kent State University, 2000. – С. 1-3.
[20] Ongaro D., Ousterhout J. K. In search of an understandable consensus algorithm // USENIX Annual Technical Conference. – 2014. – С. 305-319.
[21] Arati B. Understanding blockchain consensus models // Persistent Systems Ltd, Tech. Rep. – 2017. – с. 14.
[22] Bentov I., Gabizon A., Mizrahi A. Cryptocurrencies without proof of work // International Conference on Financial Cryptography and Data Security. – Springer, 2016. – С. 142-157.

Нысанбаева С.Е., Магзом М.М., Нюсупов А.Т.

Қазіргі заманғы таралған тізілімі технология негізінде консенсус келісіме арналған орталықтандырылмаған жүйелер шолу

Түйіндеме. Бұл мақалада аралған тізілімі технология негізінде консенсус келісіме арналған орталықтандырылмаған жүйелер дамытудың перспективаларды қарастырылады. Орталықтандырылмаған жүйелерді құрудың негізгі ұғымдары мен ерекшеліктері қарастырылады. Бөлінген тізілімнің технологиясына ерекше көңіл бөлінеді, оның негізгі мүмкіндіктері мен жұмыс істеу принциптері талданады. Blockchain және Tangle тізілімі негізіндегі жүйелерді талдау жүргізілді. Мұндай жүйелерді пайдаланудың маңыздылығы қазіргі заманғы ақпараттық желілерде деректерді беру қауіпсіздігін арттыруға арналған.

Түйінді сөздер: орталықтандырылмаған желі, таратылған тізілім, консенсус, blockchain.

Nysanbayeva S.E., Magzom M.M., Nyussupov A.T.

Review of modern decentralized systems for achieving consensus on the basis of the distributed registry technology

Summary. This article discusses the prospects for the development of decentralized systems to achieve consensus based on distributed registry technology, with a view to further using this technology to implement practical decentralized applications. The basic concepts and peculiarities of the construction of decentralized systems are considered. Particular attention is paid to the technology of the distributed registry, the key capabilities and principles of functioning are analyzed. An analysis of the systems based on the Blockchain and Tangle registries was carried out. The importance of using such systems is shown to increase the security of data transmission in modern information networks.

Key words: decentralized networks, distributed registry, consensus, blockchain.

УДК 004

A.N. Shormakova
(Al-Farabi Kazakh National University,Almaty,Kazakhstan
E-mail:shormakovaassem@gmail.com)

ALIGNMENT OF THE TEXT TRANSLATED FROM TWO NATIVE LANGUAGES

Abstract. The main goal of the work is the text alignment from English into Kazakh. Automatic alignment of bilingual text is currently a widespread problem and a large-scale problem of computer translation. That is why the technology of foreign scientists was used and introduced for the Kazakh and English languages.

Keywords: English, Kazakh, alignment

А.Н. Шормакова
(Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы
shormakovaassem@gmail.com)

ЕКІ ТАБИҒИ ТІЛДЕГІ АУДАРЫЛҒАН МӘТІНДІ ТУРАЛАУ

Аннотация.Жұмыстың негізгі мақсаты ағылшыннан қазақшаға аударылған мәтіндегі сөздерді тиісінше туралау. Екі тілдегі мәтінді автоматты түрде туралау қазіргі кезде ауқымды мәселе, сонымен қатар машиналық аудармада да кең ауқымды қолданылатын мәселе. Сол себепті шет ел ғалымдырының[1] ұсынылған технологиясы қолданылып, қазақ тілі мен ағылшын тілі үшін жүзеге асырылды.

Кілттік сөздер: ағылшын тілі,қазақ тілі, туралау

Мақалада жалпы мақсаттағы машиналық аударманы (МА) жады аудармалары (ЖА) негізінде автоматтандырылған ауыстыру жүйесін (ААЖ) пайдаланушыларға көмек көрсету ретінде пайдалану, аударма барысында өзгеруі керек (алмастырылуы немесе жойылуы керек) нысаналы сөздер мен сөйлемдерді анықтау – сөздерді сақтау деп аталатын міндет. МА - тұтынушыға ұсынылатын бастапқы және

[1] http://www.dlsi.ua.es/~mlf/docum/espla12j.pdf

арнаулы буындарды бірлік негізінде түзету. Бастапқы тілдің (БТ) буыны мен арнаулы тілдің (АТ) буынының үйлесімділігі ауыспалы ұзындық пен машинаның қайта жабылған буынына сараланған. Алынған екі тілді қосымша буындар, БТ мен АБ буындарының арасындағы үйлесімділік екінші санатта арнаулы сөздердің өзгертілуін анықтайтын және алынып қалмайтын аударылуы тиіс буындар жүйесін құрау үшін қолданылады. АЖ-на негізделген автоматтандырылған аударма жүйесі (ААЖ) – көптеген кәсіпқой аудармашылар таңдайтын технология. Әсіресе, бұл технология аударма тапсырмаларының қайталанып, алдыңғы аудармаларды қайта жасау мүмкіндігінің болуын қамтамасыз етеді. Мұндай таңдауға себеп - тақ сандардың тұжырымдық қарапайымдылығы және оларды аудармалардың пайдасын анықтаудағы КПП жүйелерімен ұсынылған жеңіл тәсілі, сонымен қатар оларды нақты аудармаларға айналдыру үшін қажетті күштің бағасы.

Аудармашыға АБ-іне тән қосалқы жиынтық салыстырмасын көрсеткенде қайта жасақтау әдісін жеңілдету үшін ААЖ-ндегі АЖ S’ буынындағы сөздерден айырмашылығы көп S буынындағы сөздерді айқындайды. Алайда аудармашы Т буынының Т’ буынына алмасатын нақты сөздерін тудыру үшін өзгеретін (алмасатын немесе жойылатын) Т буынындағы арнайы сөздерді анықтау керек. Сөздерді басқару бойынша нұсқаулық параллель мәтіндердегі қосалқы буындарды табуға арналған тапсырмалардың шешіміне сүйенетін анықтамалық аудармаға байланысты. Анықтамалық аударма аудармашыға қосалқы буынның параллель денеге өтіп, лайықты аударма алу үшін көмектесетін құралдардың екітілді үйлесімділігі арқылы қолданылады. Екітілді коммерциялық үйлесімділік мысалына Webitext, Linguee не Reverso Context-ті жатқызуға болады. Аударма анықтамалығы жаңа мағлұматтарды аудару үшін қолданылатын қосалқы буынды АЖ-ын құрастыру үшін пайдаланатын тәсілді машиналық аударма (Somers, 1999) үшін өте маңызды. МА бағасының сапасының (de Gispert, Blackwood, Iglesias, & Byrne, 2013; Specia, Raj, & Turchi, 2010) мынадай міндеттері бар: екі жағдайда да міндет - Т4 ұсынысының аудармасы бастапқы тілден S’ буынының ұйғарымды аудармасына сәйкес келу, келмеуін анықтау. Егер сөздерді сақтау ұсыныстарында көрсетілгендей сөйлемдегі әр сөз аудармаға қатысы бар-жоғын анықтай алатын жағдайда, тепе-теңдік сөздің өз деңгейінде күшейе алады. Мәтіндер арасында сапа сараптамасы мен ұсыныс есеп-қисабының жүзеге асырылуы мүмкін сыни айырмашылықтары болады: Сапа сараптамасы АТ-де дұрыс мәнге ие бола алмайтын, бірақ S’ буынын аудара алатын Т буынында өзгеруі керек сөздерді анықтайды; немесе керісінше, сөздік нұсқаулық АТ-де дұрыс мәнге ие, бірақ S’ буынын аудара алмайтын Т буындарымен жұмыс жасауға арналады (әрине, S және S’ буындарының ұқсастығы табылғанша). Espl`a, S´anchez-Mart´ınez, Forcada (2011) сөздерді түзейтін сараптамалық модельдерді (Och & Ney, 2003) АЖ-ндағы АБ-нің сөздерін БТ мен АТ-ді қолдану арқылы сөздерді түзету нұсқаулығын орындап шықты. АБ аудармашыға алдын ала сөздерді түзету сараптамасы ұсынғаннан кейін өзгертілетін немесе өзгертілмей сақталатын міндетті сөздерді анықтау үшін қолданылады. Kranias пен Samiotou (2004) әр АБ-ндегі сөздерді әртүрлі қосалқы буындарда морфологиялық өзгерістерді қадағалау үшін екітілді сөздік пен терминдер (Мейерс, Косака, & Grishman, 1998), жұрнақтар тізімін және жасырын топтамалы сөздердің тізімі мен олардың категорияларын (Ahrenberg, Андерссон, & Меркель, 2000) қолданған. Авторлар мұндай тәсілдерді өзгеріске ұшырап, кейіннен МА-да аударма үшін қолданылатын сөздерді анықтау үшін пайдаланған. Біздің білуімізше Kranias мен Samiotou тәсілдерінің қолданыстары еш жерде жарияланбаған. Патент, опубликованный Kuhn, Goutte, Isabelle мен Simard (2011) жариялаған патент сөйлемді аудармаға өзгерту үшін қажетті сөздерді реті бойынша анықтайтын сараптамалық түзетуге негізделген қосалқы тәсіл. Өкінішке орай патенттің шынайы қызметін сипаттауға арналмаған.

1. Машиналық аударма мен аударма жадының бірлесуі

Бұл сұраққа жауап беретін әдебиет МА мен АЖ тәсілдері бойынша мақалада көрсетілген тәсілдерден тың үстемдікті қамтитын бірнеше тәсілден тұрады және АЖ мен АБ арасында β тақ үйлесімділігінен жоғары дәлдік МА жаңа буындарды аудару үшін қолданылатын Симард пен Изабель (2009) анықтаған β-комбинациялы мәтіннің шегінен шығады.

Marcu (2001) АЖ-ғы қосалқы буындарды сөздерден құралған сараптамалық машина аударылымдарымен (СМА) біріктіреді. Тәсіл АЖ-да сөздер арқылы қосалқы буындарды құрау үшін пайдаланып, сөздердің өз деңгейінде аударма ықтималдығын зерттейтін 4 IBM (Браун, Делла Пьетра, Делла Пьетра, & Mercer, 1993) моделін қолданады. Бұл АЖ-да аударма үшін қолданылатын 4 IBM модельін жаттықтыру жолымен жасалған. Әр АБ-дегі БТ және АТ буындары Viterbi алгоритімінің көмегімен сөздің өз деңгейіне теңестіріледі.

АЖ қосалқы буыны параллель терминдердің МА заманауи фразелогиялық сараптама жүйесінен (Koehn, 2010) құралған: параллель терминдер БТ сөздері АТ сөздерімен теңескен немесе керісінше теңескен қосалқы буындардың жұптары секілді біріктірілген.

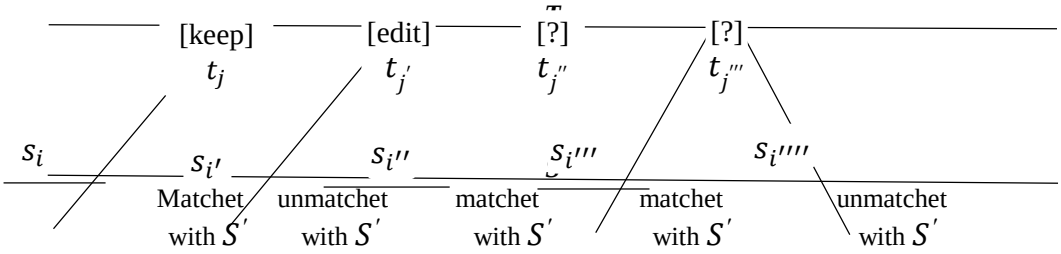
Аударма үрдісі екі бөлім бойынша жүзеге асады: әуелі АЖ қосалқы буындарында табылған БТ терминдері АТ терминдерін қолдану арқылы аударылады; екіншіден, өзгертілмеген сөздер IBM 4 моделі бойынша зерттелген сөздердің өз деңгейіндегі моделді қолдану арқылы аударылады. Қосалқы буындар деңгейіндегі аударманы пайдаланатын мұндай тәсілді Лангле мен Симард (2002) ұсынған. Бұл жолы аударылмақ бауын қосалқы буындарға бөлініп, олардың аудармасын іздеу үшін екітілді онлайн-конкордант қолданылады. Сөздердің СМА-на жүгінетін жүйесін Nießen, Vogel, Ney және Tillmann (1998) ең үздік қосалқы буынды анықтап, модель бойынша үздік ретпен қою үшін құраған.

Вісісі мен Dymetman (2008) қосалқы буындардың көмегі арқылы АЖ-на СМА терминдерін кіріктірген. PBSMT жүйесі сол АЖ-да оқытылады және жаңа S’ буынын аудару қажеттілігі туғанда АБ-нің ең үздік үйлесімділік белгісі S және T буындары S’ буынының T буынына сараптамалық аудармасын өзгертуге қолданылады. Қор S және S’ ортақ ретінің бөлігі болатын, ал мақсатты бөлік C әріптесінің ретіне үйлесімділігінен T қосалқы буыны айқындалған бұл (S, T) тақ үйлесімділігінен құралған екітілді буынды PBSMT жүйесінің трансляциясын кестемен толықтырады.

Simard пен Isabelle (2009) тәсілдердің жаңа функциясы (S, T) ең үздік тақ үйлесімділігінен туған екітілді қосалқы буындардың PBSMT жүйесі бойынша түзу модельді комбинацияға терілуі жайлы басқа тәсіл ұсынады. Laubli, Fishel, Volk, and Weibel (2013) тәсіліне сүйенсек, АЖ доменіне және тағы басқа ортақ паралельдік корпорацияға біріккен доменге бейімделген PBSMT жүйесін зерттеу үшін (Фостер & Куна 2007,) моделдеу технологиясын пайдалануға болады. Аталған үш тәсілдің ешқайсысы да PBSMT жүйесі S және S' буындары үшін ортақ T қосалқы буындарын қамтамасыз ететін аудармаға қол жеткізетініне кепілдік бере алмайтынын айта кеткен жөн болар. PBSMT жүйесін қолданатын Zhechev мен Ван Genabith (2010) және Koehn мен Senellart (2010) жүйелеріне қарағанда аудармада S және S' буындарының аудармасына теңестірілуі үшін пайда болған T қосалқы буындарының айқындалуына кепілдік бере аламыз[1-5].

(EBMT) (Somers, 1999) секілді АЖ қосалқы деңгейде СМА-ды жиі қолданатын. EBMT жүйелері АЖ-мен жартылай сәйкестікке негізделген, ААЖ кезіндегі АЖ құралдары секілді. Мұндай жағдайда сәйкес АБ трансляция үшін қайта қолданылатын қосалқы буындарды айқындау үшін түзетілген. Қосалқы деңгейдің бұл жұптары S’-ке лайықты аударма жасау үшін байланысқан. Мысалы, АЖ-ның D ej'a Vu 5 атты ААЖ коммерциялық құралы нақты аударма табылмай, тек біркелкі сәйкестіктер келтірілген жағдайда (Garcia, 2005; Lagoudaki, 2008) мысалды МА-мен біріктіреді. Келтірілген мысалға негізделген МА жүйесі аударманың уақытша қойылған қосалқы буындардың бірігу жолымен байланысуы арқылы пайдаланылады. МА-ның бірнеше жүйесін біріктіретін тәсілдер де айқын. Мысалы, Gough, Way, мен Hearne (2002) EBMT жүйесінің жадынамасының үлкеюі үшін бірнеше онлайн МА нұсқаларын пайдаланды. Авторлар АЖ бойынша жаңа аудармалар үшін паралелльдік ақпаратты пайдаланған дұрыс екенін айтады. Ал көрсетілген тәсіл жоғарыда көрсетілген екі тәсілден ерек. Біріншіден, жоғарыда көрсетілген тәсілдер АЖ-ны МА жұмысын жақсарту үшін немесе МА жұмысын қосалқы буындарды аударуға жұмсайды, сәйкесінше осы мақалада көрсетілген әрі МА-ға бекіген тәсілдер МА-ны АЖ-ндағы АЖЖ қолдану тәжірибесін аудармашыға ешқандай машина аудару құралын көрсетпей жақсарту үшін пайдаланады. Екіншіден, жоғарыда көрсетілген тәсілдер, Gough et al. (2002) жүйесін қоспағанда, нақты бір МА-на немесе СМА не EBMT жүйелерінің құрлымына баса назар аударады. Ал сәйкесінше, МА-ны қара жашік ретінде қолдануға негізделген МА-ға сүйенген тәсілдер МА-ның бір немесе бір уақытта бірнеше жүйесін қолдана алады. Оның үстіне МА-ға негізделген тәсілдер МА-ның ішкі жүйесіне қосыла алмағандықтан, олар онлайн режимде қолдануға болатын (локалды жазып алмауға болатын) немесе екітілді ақпараттың сөздік, глоссралар, терминологиялық жадынама не екітілді компоненттік буындар жұптарының басқа кез-келген қоры МА жүйесін пайдалануға білікті.

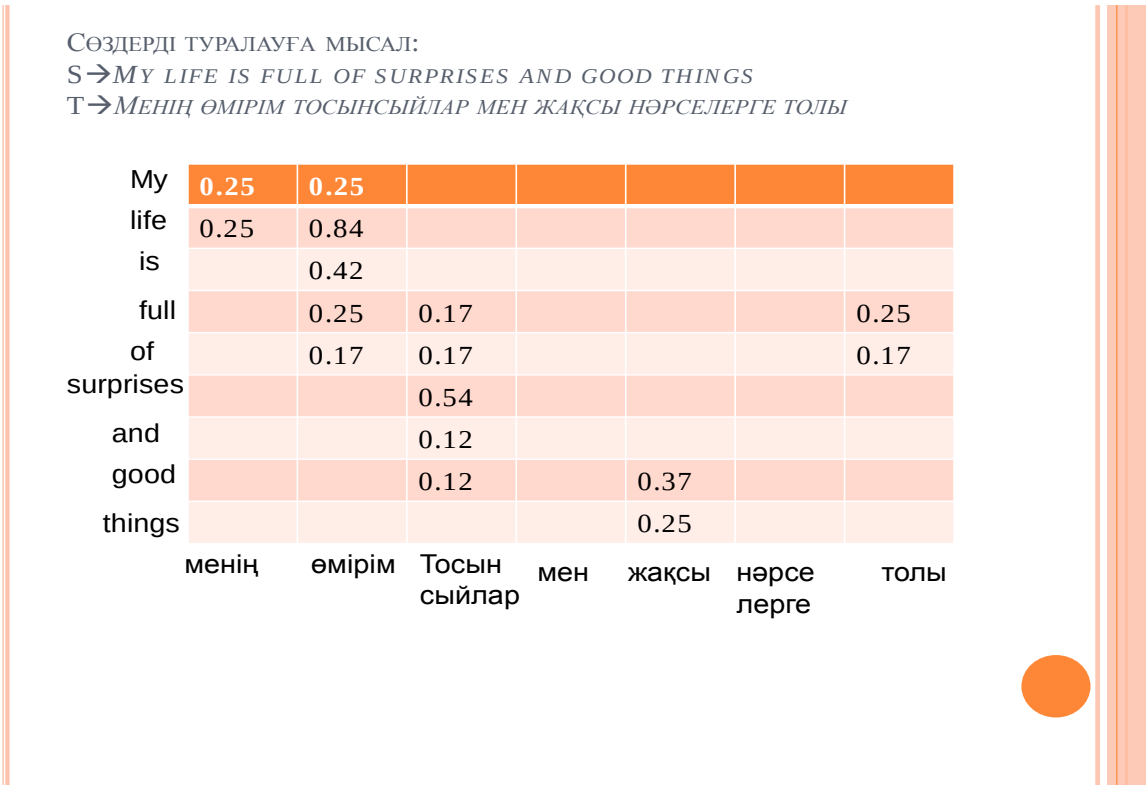
Бұл тармақта көрсетілген Zhechev пен van Genabith (2010) және Koehn мен Senellart (2010) секілді кей жұмыстар PBSMT жүйесін қолданады, бірақ МА-ның басқа бір жүйесін пайдалану үшін оңай кеңейтуге ұшырай алады. Олардың тәсілдерінің біздікіне ұқсайтын тұстары бар: олар да аудармаға керекті сөйлемнің өзгертуге ұшырамау керек сәттерін анықтау үшін сөздердің түзетілуін немесе ақпарат қоры ретінде терминдердің пайдалануын қолданады. Біздің тәсіл мен Zhechev пен van Genabith және Koehn мен Senellart тәсілінің басты айырмашылығы буынның аудармасын алу үшін олар МА-ны пайдалануында. Бұл – ААЖ-дегі МА-ға қарағанда МА-ның өзіне жақынырақ. Біздің тәсілдің бірден бір мақсаттарының бірегейі аудармашылардың АЖ-да табылғандай ААЖ-дегі МА жүйесімен аз жұмыс жасауында[5-10].



2-сурет: (S,T) жұп буындар үшін алынатын сөздерді түзету мүмкіндігі мол мысалдар. T_j межеленген сөзі өзгертуге ұшырамауы мүмкін, өйткені S және S' буындарының байланысқа бөлігінде орналасқан s_i бастапқы сөзімен теңескен

2. Сөздердің сараптамалық түзетілуі бойынша сөздерді теру нұсқаулығы.

Бұл тармақта аударма сөйлемінде терілуі немесе сақталуы керек сөздерді анықтау үшін сөздердің сараптамалық түзетілуін қолданған Espl`a et al. (2011) айқындаған бірінші тәсіл қаралады. Аударылатын S буыны мен АЖ-дағы ААЖ ұсынған АБ-ін (S,T) есепке алатын болса, бұл тәсіл әуелі S және S' сөздерінің үйлесімділігін анықтап, S және T сөздерін аударманың сараптамалық моделдеу сөздеріне негізделген GIZA++ (Och & Ney, 2003) жүйесінің көмегімен теңестіреді. Сәйкестендіреу мынадай жолмен орын алады: t_j сөзін T жұбындағы j позициялы сөзге айналдырып, S жұбындағы i позициялы s_i сөзімен теңестіріледі. Егер s_i S және S' сөздерінің үйлесімділігінің бір бөлшегіне айнала алса, бұл t_j сөзінің S' аудармасының бір бөлігі бола алатынын білдіріп, ол сол себептен де екінші суреттегі t_j сөзіндей өзгертілмей сақталуы керек.Сонымен қатар, керісінше, егер s_i S және S' сөздерінің үйлесімділігінің бір бөлшегі болмаса, бұл t_j сөзінің S' сөздерінің бірінің де аудармасы емес екенін көрсетіп, екінші суреттегі t_j' сөзіндей өзгерту керек. Бұл тәсілдің басты шектеуі t_j сөзі екінші суреттегі t_j'' сөзіндей теңескен болмаса, оған дәлел ретінде қолданылатын ешқандай нұсқаулықтың болмауына негізделген. Дегенмен теңеспеген сөз туралы оларды қоршаған теңестірілген сөздердің көмегімен шешім қабылдауға болады. Аударма шы үшін қате нұсқаулық ешқандай нұсқаулықты бермегеннен де қатерлі болуы мүмкін. Бұл талаптың мәні нұсқаулықты дұрыс пайдаланбау оның дұрыс аударылмауына әкеліп соғуы мүмкін екендігінде жатыр.



3-сурет. Ағылшыннан қазақшаға аударылған сөйлемнің туралану нәтижелері

Espl`a et al. (2011) бұл мәселені шешу үшін екі мүмкін тың шешім ұсынады:

- **Теріс сипаттамалар**

Теріс сипаттамалар жиыны келесідей анықталады:

T-мақсатты сөйлем

S-бастапқы сөйлем

сабсегмент (δ) $\tau\in$ M аудармаларына негізделеді.

- Теріс сипаттамалары екі критериге сәйкес келетін сабсегменттерді пайдаланады:
- (a) олар S-нің σ сегментінің аудармасы болып табылады, бірақ T-ның сегменттері болып табылмайды; және
- (b) олар түзету қашықтығы алгоритмі (Wagner and Fischer, 1974) арқылы T-ге туралау кезінде, олардың алғашқы сөзі θ_1 және соңғы сөзі $\theta_{|\tau|}$ тегістелуі мүмкін, сондықтан T-ның бөлігін шектейміз.

Осы сипаттамалардан келесі тұжырымдамалар туындайды:

* Біркелкілік: tj сөзі үшін егер, ол (fK(·) = 1) сөзінің үйлесімімен немесе S буынындағы озық (fK(·) = 0) сөзімен теңескен болса, ұсынылады, бірақ, нұсқаулық басқаша түрленбейді.

* Көпкелкілік: бұл эвристика t_j сөзі салғастырылмаған (f_K (·)>1/2) сөздеріне қарағанда басқа сөздермен салғастырылған дауыс беру сызбасын қолданады. Нұсқаулық шектен аспау керек немесе керісінше жағдайда болу керек делінген. Егер tj сөзі (fK(·)=1/2) сөзіне сай және сай емес сандармен теңестірілген болса ғана нұсқаулық жасалмайды.

$$A_{jk}(S,T,M) = \sum_{(\delta,\tau)\in M} \frac{\mathrm{cov}er(\mathrm{j},\mathrm{k},\delta,\tau)}{|\delta|\cdot|\tau|} \quad (1)$$

Мұндағы M - S пен T параллель сегменттерінің жұбының анықталған SSA (сабсегмент тураланы) жиыны, |x| -бұл сөздермен өлшенген x сегментінің ұзындығы, cover(j, k, σ, τ) 1 тең болады, егер σ S- ғы j-ші сөзді қамтыса және τ T-ғы k-ші сөзді қамтыса, кері жағдайда 0 болады.

Теңестіру күштері сөз теңестірілуін алу үшін қолданылады.

Егер $A_{jk} > 0 \wedge A_{jk} \geq A_{jl}$, $\forall l \in [1, |T|]$ шарты орындалса қарапайым S-гі j-ші сөзді T-ғы k-ші сөзбен тураланады және кері жағдайда керісінше болады.

Нәтижесінде (1)-формулада сипатталған көрсеткіштер нәтижесінде келесідей әр сөз үшін туралау нәтижелерінің салмақ көрсетікіштерін аламыз.

3. Сөздерді қос жіктеуші ретінде сақтау нұсқаулығы

Бұл жұмыста біз сөздерді сақтау нұсқаулықтарын екі компонентті жіктеуші мәселелеріндей шешеміз. Аудармашыға ұсынылған АЖ-дағы ААЖ-гі жаңа S' және АБ (S,T) буындары үшін белгілер топтамасы T буынындағы әр tj сөзіне белгіленеді, кейіннен tj сөзін өзгертілмеген күйі сақтау керек, керек еместігін анықтайтын (алмастыру немесе мүлде жойып жіберу) екікомпонентті жіктеуші қолданылады. МА-да оқытылған бұл тәсілді біз енді бесінші тармақта көрсетілген МА-да оқытылған нұсқаулықтардан айыру үшін нұсқаулыққа негізделген деп атаймыз.

Біз пайдаланатын функция мынадай тұспалдарға сүйенген: МА немесе екітілді ақпараттың кезкелген басқа қоры T буынындағы әр tj сөзі өзгертілу керек, керек еместігін анықтайтын дәлелдер ұсына алады. АБ-нен алынған S буынындағы Σ бөлшегі T буынындағы τ бөлшегімен МА бойынша байланысқан қосалқы буын етейік. Тектес МА деп біз σ машиналық аударманың τ – ға келуін немесе керісінше орын алуын айтамыз. Біздің пайымдауымызша:

- жаңа буынның S′буыннын аударуға арналған σ топтамасындағы сөздер τ бөлшегінің өзгермеуі керек екенінің дәлелін көрсетеді («өзгертілмейтін айғақ»); және
- жаңа буынның S′буыннын аударуға арналған σ топтамасындағы сөздер τ бөлшегінің өзгеруі керек екенінің дәлелін көрсетеді («өзгертілетін айғақ»).

Алғыс.

Бұл жұмыс Қазақстан Республикасының Білім және Ғылым министрлігі «Қазақ тіліндегі мәліметтерді ақпаратты-аналитикалық іздеу жүйесін өңдеу» IRN AP05132950 қаржыландыру жобасымен жүзеге асырылды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1]. Аль-Онайзан, Я. мен К. Найт. 2012. Біртұтас және екі тілді білікті ресурстармен атау объектілерін аудару. Есептік лингвистика қауымдастығының 40-шы жыл сайынғы жиналысының жинағында, , 400-408 бет Пенсильвания, Филадельфия.

[2]. Броун, П.Ф., С.А Делла Пиетра, В.Ж. Делла Пьетра мен Р.Л. Мерсер. 2013. Статистикалық машиналарды аударудың математика: параметрлерін бағалау. Есептеу лингвистикасы, 19 (2): 263-311.

[3]. Даган, И., К.В. Церкви мен У.А. Гейл. 2013. Машиналық аударма үшін сөздерді сенімді екі тілде туралау. Ірі корпорациялар бойынша семинарға жиыны, стр. 1-8, Колумб, АҚШ.

[4]. Демпстер, А.П., Н.М. Лэрд мен Д.Б. Рубин. 2017. ЕМ алгоритмі бойынша толық емес деректерден барынша ықтималдық., том 39 серии B. Blackwell баспасы, стр. 1-38.

[5]. Еспла, М., Ф. Санчес-Мартинез и М.Л.Форкада. 2011. Автоматтандырылған аударма пайдаланушыларына мақсатты жағы қай сөз өзгертетінін көрсететін сөз тіркестерін пайдалану. Еуропалық машинажасау қауымдастығының 15-ші Конференциясының материалдарында, 81-88 бет, Лёвен, Бельгия.

[6]. Еспла, М., Ф. Санчес-Мартинез и М.Л.Форкада. 2011. Автоматты аудармада машиналық аудармаларды мақсатты жағының сөзін өзгерту үшін пайдалану. 13-ші машина аудару саммиті еңбегінде, 172-179 бет, Сямынь, Китай.

[7]. Еспла, М., Ф. Санчес-Мартинез мен М.Л.Форкада. 2012. УАликанте: Интерактивті машинаның аудармасын транс мәтінді енгізу үшін пайдалану. Лексика және есептеу семантикасы бойынша Бірінші Біріккен конференция материалдар жинағы, 472-476 бет, Монреаль, Квебек, Канада.

[8]. Форкада М.Л., М. Жинести-Розелли, , Ж.Нордфалк, Ж.Ореган, С Ортис-Рожах, Х.Перез-Ортиз, Ф. Санчес-Мартинез,Г.Рамирез - Санчез пен Ф. Тайерс. 2011. Апертиум: Ережелерге негізделген тегін машиналық аударма, ашық бастапқы коды. Машина аудармасы, 25 (2): 127-144.

[9]. Фунг, П. и К. Маккеоун. 2007. Параллельді ғимараттардан терминологиялық аудармаларды іздеу. 192-202 бет.

[10]. Коен П.. 2005. Europarl: статистикалық машиналарды аудару үшін қатарлас оқиға. Машина аудару саммиті X жинағында, 79-86 бет, Пхукет, Таиланд.

[11]. Сабурова Г. Аударма да рухани байлық // Қазақ тілі мен әдебиеті,2000. №5

[12]. Алдашева А. Аударматану: лингвистикалық және лингвомәдени мәселелер. –Алматы: Арыс, 1998. – 215 б.

[13]. Тарақ Ә. Ғылыми-көпшілік және ғылыми техникалық аударма // Аударматану (ғылыми-практикалық көмекші құрал). Құраст.: Құлманов С.–Алматы: «Тіл» оқу-әдістемелік орталығы, 2008.

[14]. Жұмабекова А., Жабағиева Г. Жазбаша және ауызша аударманың ерекшеліктері // Аударматану (ғылыми-практикалық көмекші құрал). Құраст.: Құлманов С.–Алматы: «Тіл» оқу-әдістемелік орталығы, 2008.

[15]. Комиссаров В.Н. Современное переводоведение. Учебное пособие. – М.:ЭТС. -2002. – 424с.

[16]. Тікенбай Г. Аударма лингвистикалық зерттеу нысаны ретінде және оның лингвомәдени мәселелері // ҚазҰУ хабаршысы. Филология сериясы. – Алматы, 2012. №1(135)

[17]. Мәкішев Ж. Тұрпайы аудармалар шаршатып жіберді // «Класctime» газеті, №3. -15 ақпан.

Шормакова А.Н.

Выравнивание текста, переведенного из двух природных языков

Резюме. Основная цель работы - выравнивание текста с английского на казахский. Автоматическое выравнивание двуязычного текста в настоящее время является широко распространенной проблемой и широкомасштабной проблемой машинного перевода. Именно поэтому технология иностранных ученых использовалась и внедрялась для казахского и английского языков.

Ключевые слова:английский язык, казахский язык, выравнивание

Shormakova A.N.

Alignment of the text translated from two native languages

Summary. The main goal of the work is the text alignment from English into Kazakh. Automatic alignment of bilingual text is currently a widespread problem and a large-scale problem of computer translation. That is why the technology of foreign scientists was used and introduced for the Kazakh and English languages.

Keywords: English, Kazakh, alignment

УДК 631.344. (088.8)

Genbach A.A , Bondartsev D.Yu

SIMULATION OF POORLY CONDUCTIVE LOW-POROUS CAPILLARY COATINGS AND STEAM-GENERATING HEAT-EXCHANGE SURFACES OF THERMAL POWER PLANTS ELEMENTS

Abstract. The simulation of capillary-porous coatings and the simularity of the processes occurring in them make the mechanism of heat transfer possible to uncover during the evaporation of liquids, to establish the zones of fatigue cracks occurrence and development in the centers of steam embryos activation, to investigate natural (salt deposits, scales) and artificial porous coatings, applied to metal fires (substrate layers) up to the ultimate state of materials occurrence.

Coatings were made of poorly heat-conducting mineral media (quartz, granite, teshenite) with low porosity (3 ÷ 30%). The heat was supplied from the torch of the rocket burner and electric current. The stability of heat transfer was provided by an excess of the coolant under the combined action of capillary and mass forces. The solution of the thermoelastic problem determined the connection between heat fluxes, thermal stresses and fracture energy versus the time of heat supply and the size of the detachable coating particles. Relaxation areas, micro- and macroprocesses of fracture are established, which show the causes of fatigue cracks occurrence and development in the heat power equipment in stress concentrators, with the development of erosion processes and the tendency of the ratio of the limiting compressive stresses and stretching to a unit. The carried out researches take place for the transition operation modes of boiler-turbine equipment, as well as when creating capillary-porous cooling systems.

Keywords: porous coatings, cooling system, heat exchange.

А.А. Генбач, Д.Ю. Бондарцев
АУЭС, Алма (d.bondartsev@saem.kz)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛОХОПРОВОДНЫХ МАЛОПОРИСТЫХ КАПИЛЛЯРНЫХ ПОКРЫТИЙ И ПАРОГЕНЕРИРУЮЩИХ ТЕПЛООБМЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕПЛОЭНЕРГОУСТАНОВОК

Аннотация: Моделирование капиллярно-пористых покрытий и аналогия протекающих в них процессов позволяют раскрыть механизм теплопередачи при парообразовании жидкостей, установить зоны возникновения и развития усталостных трещин в центрах активации паровых зародышей, исследовать естественные (природные) (солевые отложения, накипи) и искусственные пористые покрытия, наносимые на металлические ограждения (подложки) вплоть до наступления предельного состояния материалов. Покрытия выполнялись из плохотеплопроводных минеральных сред (кварц, гранит, тешенит) с невысокой пористостью (3÷30%). Теплота подводилась от факела ракетной горелки и электрическим током. Стабильность теплопередачи обеспечивалась избытком охладителя при совместном действии капиллярных и массовых сил. Решение термоупругостной задачи определило связь тепловых потоков, разрушающих термических напряжений и энергии разрушения от времени подачи тепла и размера отрывающихся частиц покрытия. Установлены области релаксации, микро – и макропроцессов разрушения, которые показывают на причины возникновения и развития усталостных трещин теплоэнергетического оборудования в концентраторах напряжений, с развитием эрозионных процессов и стремлении отношения предельных напряжений сжатия и растяжения к единице. Проведенные исследования имеют место для переходных режимов работы котло - турбинного оборудования, а также при создании капиллярно-пористых систем охлаждения.

Ключевые слова: пористые покрытия, система охлаждения, теплообмен.

Развитием горелок [1-3] являлись исследования пористой системы охлаждения горелок ракетного типа [4-9]. При термическом воздействии на минеральное плохотеплопроводное пористое покрытие горелкой через некоторое время часть поверхности нагревается до определенной температуры, в других частях покрытия сохраняется начальная температура. Поэтому внутри пористого покрытия возникает градиент температуры, вследствие чего оно расширяется неравномерно. Окружающие не нагретые слои оказывают сопротивление этому расширению. В результате возникают термические напряжения как в нагретой части, так и в окружающем не нагретом массиве, в том числе подложки. Эти напряжения могут достигать разрушающих значений. В работах [2,3] приведены решения задачи о термоупругих напряжениях для идеализированных процессов. Доминирующую роль в процессе разрушения играли нормальные сжимающие напряжения. Разрушение пористого покрытия происходит в результате потери устойчивости в тонком слое, прилежащим к свободной поверхности. Поэтому рассматривалось напряженное состояние верхнего слоя, толщина которого зависит от коэффициента теплоотдачи и структуры покрытия и подложки (металлической парогенерирующей поверхности).

В облучаемом покрытии бурно возрастает плотность вакансий, которые быстро объединяются в полости, т.к. интенсивность процесса объединения вакансий пропорциональна квадрату их плотности. Если полости вакансий могут превращаться в дислокации, то облучаемое покрытие приобретает пластические свойства и не разрушается под действием горелки. Таковы все металлы. Этим свойством обладают также и некоторые минеральные породы (туф, мрамор, известняк).

Если же в покрытии дислокации не образуются, то растущие полости вакансий концентрируют на своих краях напряжения и ведут к разрушению в то время, когда термические напряжения в покрытии еще не достигают предела пластической текучести. Происходит хрупкое термическое разрушение.

Для охлаждения теплообменных поверхностей элементов энергоустановок вплоть до критических тепловых потоков (~10^6 Вт/м^2), как следует из литературы, имеют место кажущиеся противоречия в построении механизма процесса теплообмена в пористых структурах, когда обсуждается какая среда

находилась у стенки: жидкость, пар или пароводяная смесь. В наших работах показано, что все модели не противоречат друг другу, а описывают различные режимы кипения [4-9].

На основе экспериментальных и теоретических исследований строятся динамические модели интенсификации теплоотдачи при кипении на пористой поверхности. Развитые поверхности содержат связанные между собой внутренние полости в виде прямоугольных каналов и маленькие поры, соединяющие каналы с объёмом жидкости.

Отношение потока скрытого тепла ($\frac{\pi}{6}\overline{D}^3{}_o{*}r\rho_п\overline{n}\ \overline{f}$) к полному тепловому потоку для развитой поверхности в (2…5) раз могло было больше, чем для обычной поверхности при удельном тепловом потоке до $1x10^4$ Вт/м^2. При больших тепловых потоках данное отношение снижалось. Отклонение некоторых данных от расчетных достигало 300%. В формуле приняты обозначения: $\overline{D}^3{}_o$ – средний отрывной диаметр паровых пузырей в пористой структуре; r – удельная теплота парообразования; $\rho_п$ – плотность пара; $\overline{n}$ - средняя плотность центров ядрообразования; $\overline{f}$ - средняя частота генерации паровых пузырей.

Разработаем физическую модель передачи удельного теплового потока q через парогенерирующую поверхность (стенку или подложку), которая покрывается капиллярно-пористой структурой (рис.1).

Процессы тепломассопереноса в пористом покрытии протекают с избытком жидкости $\widetilde{m}=m_ж/m_п$ за счет действия потенциала давления, создаваемого капиллярными и массовыми силами $\Delta\mathbf{P}_{\text{кап+g}}$.

Изученные термогидравлические (внутренние) характеристики кипения [5,6] позволяют раскрыть механизм, описать физическую картину процесса тепломассопереноса в исследованных сетчатых пористых структурах [4,7], работающих в поле гравитационных сил, и получить расчетные уравнения по определению отводимого теплового потока [3,7,9].

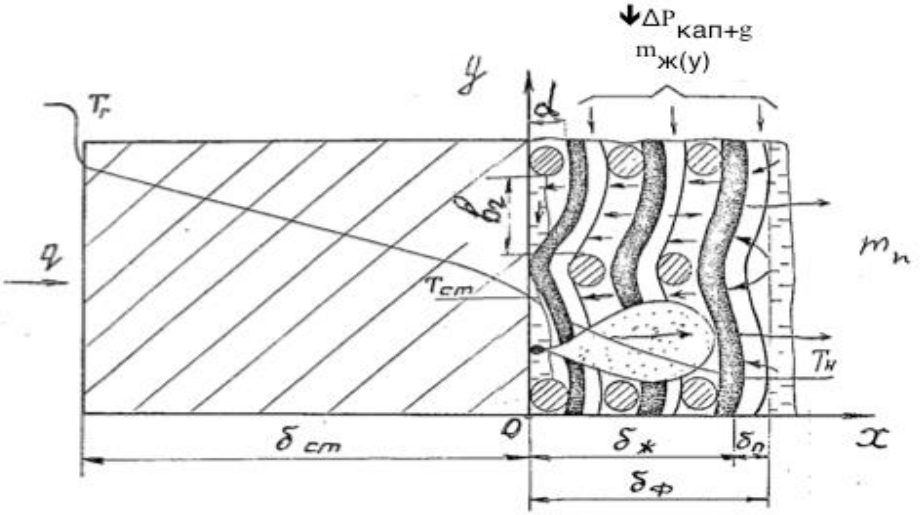


Рис.1. Физическая модель процесса тепломассопереноса в реальной пористой структуре покрытий, работающих с избытком жидкости: прямые линии – движение жидкости; волнистые линии – движение пара: q – удельный тепловой поток, Вт/м^2; $T_г$,$T_{ст}$, $T_н$ – температуры газов, стенки (подложки) и насыщения, ^{0}С; $\delta_{ст}$, $\delta_ж$, $\delta_п$, $\delta_ф$ – толщины стенки, жидкости, пара, фитиля, м; $m_{ж(у)}$, $m_п$ – расход жидкости и пара, кг/с; $\Delta P_{кап+g}$ – действующий движущий капиллярный и массовый напор, Н/м^2; d - размер зерна, м; $в_г$ – ширина ячейки пористого материала, м.

В исследуемой системе охлаждения при малых тепловых потоках передача теплоты осуществляется за счет кондуктивного теплообмена и ее величина тем выше, чем больше эффективная теплопроводность структуры, смоченной жидкостью, и теплопроводность корпуса. Течение жидкости носит плавный характер, а на поверхности жидкости не наблюдаются паровые пузыри и связанные с ними возмущающие процессы. Жидкость интенсивно испаряется из менисков при малых избытках теплоносителя и с ростом избытка жидкости начинается испарение с поверхности стекающих пленок [7].

При некотором тепловом потоке, тем меньше, чем ниже параметр $\widetilde{m}=m_ж/m_п$, начинается нарушение плавного волнистого течения пленки жидкости, появляются отдельные паровые пузыри. Постоянно действующими центрами генерации являются несколько активно действующих ячеек структуры. Начало закипания жидкости $\Delta\mathbf{T}_{н.з.}$ зависит от многих режимных и конструктивных параметров и определяется уравнением для этого процесса $\Delta\mathbf{T}_{н.з.}$, которому соответствует тепловой поток $q_{н.з.}$ Снижение расхода охлаждающей жидкости $m_{ж(у)}$, либо увеличение притока теплоты q, приводят к бурному росту центров парообразования $\overline{n}$.

Интенсивность работы каждого центра в начальном режиме кипения неодинакова, некоторые зоны поверхности нагрева едва затронуты пробуждающимися только начинающими работать центрами. В случае увеличения расхода циркулирующего теплоносителя $m_{ж(у)}$ время «жизни» отдельных паровых пузырей возрастает, а ряд активных пор прекращает свою работу, имеют место длительные паузы между зарождением пузырей, вплоть до исключения данного центра из активно генерирующего. Увеличение избытка жидкости $\tilde{m}$ приводит другие активно работающие центры генерации к вялым и нежизнеспособным.

Зона переходного участка к развитому пузырьковому кипению невелика вследствие высокой скорости нарастания активно действующих центров парогенерации $\bar{n}$. Дальнейший рост тепловой нагрузки q приводит к устойчивой работе большого количества активных центров образования пузырей, равномерному их распределению по всей парогенерирующей поверхности. Однако при некоторых критических условиях наступает кризис кипения и пережог поверхности. Поэтому проведение аналогии в процессах преднамеренного разрушения хрупких материалов и кризиса кипения, позволяет их смоделировать и выявить механизм таких процессов.

Для познания механизма процесса разрушения проведены опыты с применением методов фотоупругости и голографии [1].

Оценка напряженного состояния моделей в сходственные моменты времени производилась путем фотографической регистрации картин изохром и подсчета порядка полос n в различных точках исследуемых направлений.

Решение задачи термоупругости позволяет определить предельное состояние среды для пористого покрытия и металлической парогенерирующей поверхности [2,3,9].

При термическом разрушении плохотеплопроводных малопористых покрытий и металлической стенки (подложки) требуется выяснить влияние величины удельного теплового потока q, подводимого к поверхности, и времени его воздействия τ на создание разрушающих напряжений σ, гранулометрический состав шелухи (размер отрывающихся частиц), а для металла – глубину проникновения температурного возмущения δ.

При возрастании величины q за очень короткий промежуток времени τ динамические эффекты становятся весьма значительными, напряжения сжатия σ достигают больших значений, часто в несколько раз превышающих предел прочности материала на сжатие. Поэтому необходимо учесть эти напряжения в механизме термического разрушения материала. Требуется выяснить, какой вид напряжений σ_i достигает раньше своих предельных значений.

Рассмотрим пластину толщиной 2h. К поверхности z=+h, начиная с момента времени τ = 0, подводится постоянный удельный тепловой поток q. Нижняя поверхность z=-h и боковые края пластины – теплоизолированы.

Уравнения теплопроводности с граничными и начальными условиями запишется в виде:

$$d_{ст}\frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = \frac{\partial T}{\partial \tau}\ , \mathrm{T} = 0 \quad \tau < 0;$$

$$\lambda_{ст}\frac{\partial T}{\partial z} = q, \quad z = +h\,; \lambda_{ст}\frac{\partial T}{\partial z} = 0,\ z = -h\,,$$

где $d_{ст}$, $\lambda_{ст}$ - коэффициенты температуропроводности и теплопроводности стенки (подложки) [10].

Распределение температуры по толщине зависит от теплофизических свойств материала, величины теплового потока и времени его подачи [2,3].

Зная распределение температуры в пластине, можно вычислить термические напряжения растяжения и сжатия, возникающие в некоторый момент времени τ на различной глубине от поверхности δ_i (h=zi) при данном значении теплового потока q, поскольку пластина с переменной по толщине температурой находиться в плоско напряженном состоянии [2].

Задаваясь предельными значениями напряжения сжатия $\sigma_{пр.сж.}$ и растяжения $\sigma_{пр.раст}$ для покрытия и металла, получаем функциональную зависимость теплового потока q, требуемого для разрушения, от времени подачи τ и глубины проникновения δ. Кроме того, приравнивая температуры на поверхности пластины к температуре плавления $T_{пл.}$ покрытия и металла, находим значения удельных тепловых потоков, необходимых для расплавления поверхностного слоя за различный промежуток времени их действия q_1, т.е. в каждом конкретном случае имеем функциональные зависимости теплового потока от времени воздействия его на породу и металлическую поверхность [3].

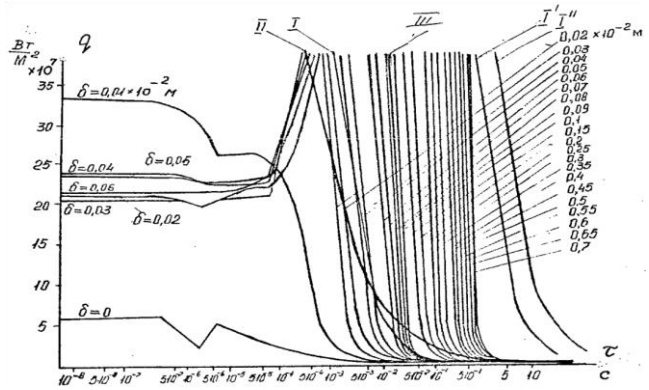


Рис.2. Зависимость тепловых потоков q_i, вызывающих напряжения сжатия III кварцевого покрытия, в зависимости от времени действия τ для различной толщины δ_i отрывающихся частиц: I – напряжения растяжения, достаточные для разрушения; I^1, I^{11} – медь и нержавеющая сталь, h = 0,1x10^{-3} м; II – оплавление поверхности. Кривые II^1, II^{11} для меди и стали почти совпадают с кривой I в области τ = (0,01…0,1) с.

В случае кварцевой пластины (покрытия) тепловые потоки q_i подсчитаны для широкого интервала времени - $10^{-8}…10^3$ с. Нижний предел этого интервала (10^{-8} с.) – время релаксации. Из рис.2 видно, что для интервалов времени $10^{-8}…10^3$ с соотношения для величины q_1 и q_2 теряют физический смысл. Поскольку терморазрушение – макропроцесс, принимаем его протекающим за время $5*10^{-3}…10^3$ с.

При условии разрушения покрытия только сжатием получен ряд кривых, каждая из которых соответствует определенной толщине отрываемых частиц, которые для тешенита составляют (0,25…0,3)*10^{-2} м, что подтверждается экспериментом, полученным в результате скоростной киносъёмки камерой СКС-IM (см.рис.6).

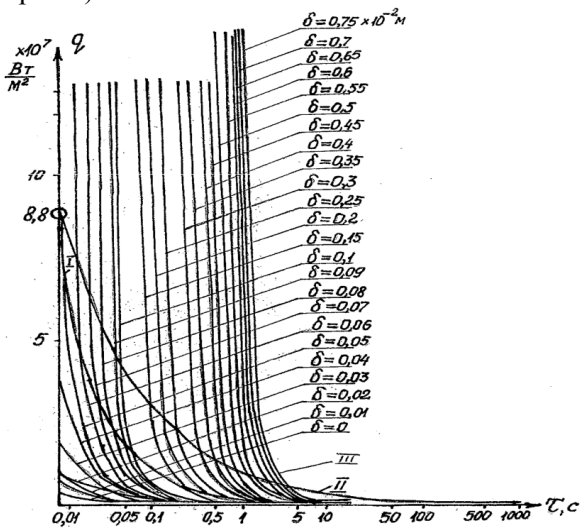


Рис.3. Зависимость тепловых потоков q_i, вызывающих напряжения сжатия III покрытия из кварца в зависимости от времени действия τ для различной толщины δ отрывающихся частиц: I – напряжения растяжения, достаточные для разрушения; II – оплавление поверхности; кривые II^1 – медь, δ = 0,1x10^{-3} и II^{11} – нержавеющая сталь, δ = 0,1x10^{-3} м, почти совпадают с кривой I в области (0,01…0,1) с.

Участки кривых сжатия, определяющие отрыв частиц с толщинами

δ > 0,3*10^{-2} м для больших величин q и малых τ, экранируются кривой плавления II, а в случае малых тепловых потоков и значительных интервалов времени – кривой растяжения I. Кривая плавления поверхности кварцевого покрытия проходит значительно выше, чем у тешенитного покрытия, что объясняет его устойчивое хрупкое разрушение (см.рис.2,3).

Причины разрушения котлотурбинных деталей зависят от предыстории развития трещин в концентраторе напряжения (релаксационная зона) (см.рис.2). Отсчет необходимо вести от времени взрывообразного возникновения парового зародыша (интервал времени от 10^{-8} с до 10^{-3} с). Энергия спонтанного появления парового пузырька является величиной, близкой к постоянной (инвариантной) по

времени его роста. Она затрачивается на поддержание зародыша радиусом $R_{кр.}$ и предотвращает его схлопывание (q достигают до 10^8 Вт/м^2). В данный промежуток времени устанавливается термодинамическое равновесие для перехода от микропроцесса (микрочастиц и кластеров с радиусами (10^{-7}÷10^{-8}) м (наночастицы) отдельных (единичных) индивидуальных пузырей к процессам, описываемым поведением большого количества пузырей, т.е. с помощью интегральных характеристик ($\overline{q}$, $\overline{\alpha}$, $\overline{\Delta T}$, $\overline{\Delta P}$, $\overline{w}$), где $\overline{\alpha}$, $\overline{\Delta T}$, $\overline{\Delta P}$, $\overline{w}$ - среднее значение коэффициента теплопередачи, температурного и гидро-газодинамического напора и скорости потока).

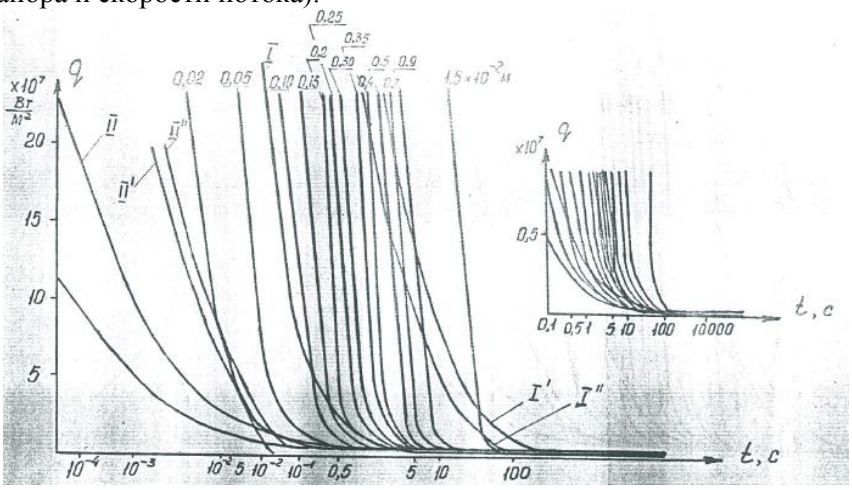


Рис.4. Зависимость тепловых потоков q_i, вызывающих напряжения сжатия III покрытия из гранита, в зависимости от времени действия τ для различной толщины δ отрывающихся частиц: I – напряжения растяжения, достаточные для разрушения (I`, I`` - медь и нержавеющая сталь, h = 0,1x$10^{-3}$м); II – оплавление поверхности (II`,II`` - медь и нержавеющая сталь, h = 0,1x10^{-3}м).

Наличие концентратов напряжений, в которых зарождается активная паровая фаза, значительно снижает отношение $\sigma_{пр.сж.}$/ $\sigma_{пр.раст}$ и эта величина может быть от (1÷2), в том числе для энергосталей. Необходимо также учитывать наличие других концентраторов напряжений, цикличность нагрузок при пуско - остановочных режимах работы оборудования, приводящих к усталостным трещинам (напряжениям).

Например, для турбинных сталей предел прочности на растяжение $\sigma_в$≈(400÷1000) МПа. Предел текучести при рабочей температуре – (400÷550)^{0}С понижается до (200÷900) МПа при деформации 0,2%. Пределы длительной прочности снижаются до (70÷260) Мпа при деформации в (10÷20)%. Величина временного термонапряжения уменьшается до (40÷120) МПа, т.е. на порядок. Основные оценочные напряжения усталости составляют всего до 0,45 от $\sigma_в$.

Следовательно, велика вероятность, что $\sigma_{пр.раст}$ ≈ $\sigma_{пр.сж.}$, а $\sigma_{пр.раст}$ доходят до 10 Мпа и становятся одного порядка для пористых покрытий.

Процессы «гибели» как и зарождения пузырей также носят взрывной характер (τ = 10^{-8}÷10^{-6} с), что приводит к возникновению кумулятивных явлений, которые наряду с коррозионными и электрическими процессами разрушают концентратор напряжения (активный центр генерации процессом эрозии, доводя его размер до критической трещины. В случае мгновенной конденсации пара в выемке (лунке), его объём мгновенно исчезает и образуется мощный кумулятивный эффект (кавитация) при этом ударные волны распределяются вглубь деталей, развиваются трещины, по которым поступает кислород.

В момент «рождения» пузыря или капли величина α составляет до 1*10^5 Вт/м^{2}К при температуре пара (500÷565)^{0}С величина ΔТ доходит до 500^{0}С, а q действующее в основании пузыря (зоне «сухого» пятна) – до 5*10^7 Вт/м^2. Если учесть, что индивидуальный паровой пузырь генерирует q в 10 раз более, чем его интегральное значение [3,4], то итоговый q составляет 5*10^8 Вт/м^2, что и представлено на рисунках q=q(τ, δ). Чем больше глубина проникновения тепловой волны δ (или отрывающейся частицы от пористого покрытия), тем потребуется больше времени для разрушения деталей (по q см.рис.2-6).

Взаимосвязь напряжений сжатия и растяжения представляют собой эпюры напряжений внутри пластины (покрытия) для различных интервалов времени от начала рассматриваемого процесса. При малых величинах τ , порядка 10^{-2} с, возникают только напряжения сжатия. Начиная с τ – 10^{-1} с, в некоторой области Δ(h-z_i) напряжение сжатия переходит в напряжение растяжения, причем для различных интервалов времени они находятся на различной глубине от поверхности пластины.

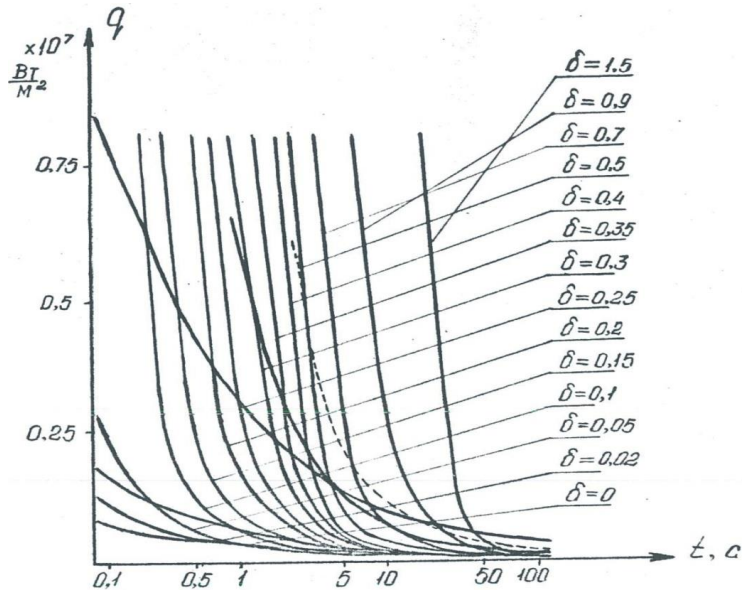


Рис.5. Зависимость $q_i = f(\tau)$, представленная на рис.5 в диапазоне $q = (0{,}25\ldots0{,}75)x10^7$ Вт/м^2

Разрушение покрытия и металла под действием сил сжатия наступает во времени значительно раньше, чем силы растяжения. Интервалы теплового потока, в пределах которых происходит такое разрушение, составляют: для покрытий из кварца – $q_{max} = 7*10^7$ Вт/м^2, $q_{min} = 8*10^4$ Вт/м^2, для гранитного покрытия – $q_{max} = 1*10^7$ Вт/м^2, $q_{min} = 21*10^4$ Вт/м^2, для металла (подложки) - $q_{max} = 2*10^6$ Вт/м^2 (кризис кипения в пористой системе); $q_{min} = 1*10^4$ Вт/м^2 (без охлаждения).

С увеличением q в нагреваемом слое, и следовательно, уменьшением времени нагрева τ, растет роль напряжения сжатия. Несмотря на высокую сопротивляемость сжатию, разрушение от сжимающих термонапряжений происходит в более благоприятных условиях мгновенно и в малых объёмах.

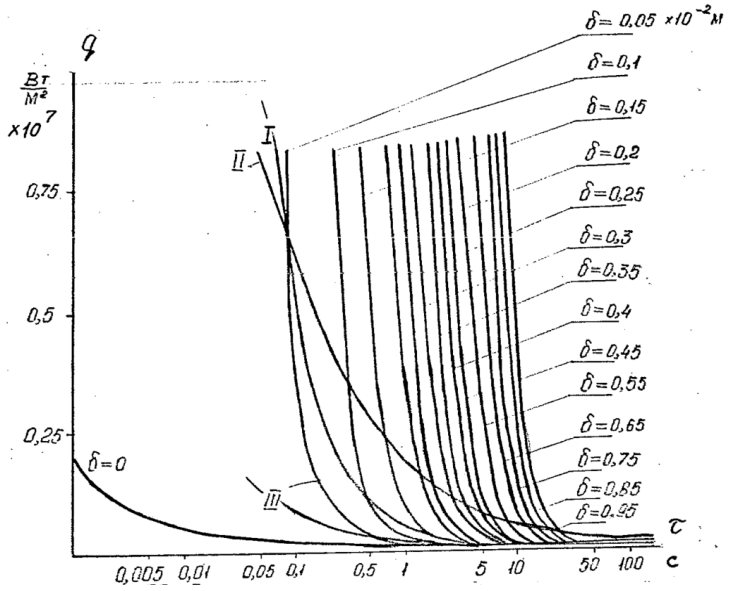


Рис.6. Зависимость тепловых потоков q_i, вызывающих напряжения сжатия тешенитного покрытия, в зависимости от времени действия τ для различной толщины δ_i отрывающихся частиц: I – напряжения растяжения, достаточные для разрушения; II – оплавление поверхности; III – разрушающие термонапряжения сжатия. Кривые II` и II`` для меди и нержавеющей стали почти совпадают с кривой I в интервале τ = (0,1…1) с; толщина металла $\delta_{пл} = h = 0{,}1x10^{-3}$ м.

На рис. (2-6) нанесены кривые для парогенерирующих поверхностей нагрева, когда в результате смены режима кипения установился пленочный режим и резко возросла температура поверхности до величины $T_{пл.}$.

Расчет удельной энергии Q разрушения единицы объёма кварцевого, гранитного и тешенитного покрытий в зависимости от толщины δ отрываемых частиц показывает, что кривые имеют явно выраженные минимумы.

Для кварцевого покрытия минимальная энергоемкость разрушения равна $Q \cong 0{,}5*10^3$ Дж/м^3, для $\tau = (0{,}1 \div 1)$ с, $\delta_i = (0{,}1 \div 0{,}25)*10^{-2}$ м.

Для гранитного покрытия: $Q \cong 2{,}5*10^9$ Дж/м^3, для $\tau = (0{,}1 \div 5)$ с, $\delta_i = (0{,}1 \div 0{,}3)*10^{-2}$ м. Для $q \cong 0{,}1*10^7$ Вт/м^2 и $\delta = (0{,}2 \div 1{,}5)*10^{-2}$ м , $Q = 2{,}5*10^9$ Дж/м^3

Для тешенитного покрытия: $Q \cong 0{,}5*10^9$ Дж/м^3, для $\tau = (0{,}1 \div 5)$ с, $\delta_i = (0{,}1 \div 0{,}4)*10^{-2}$ м, причем отношение предельных нормальных напряжений сжатия и растяжения изменялось от 20 до 30. Наличие микротрещин в монолите покрытия снижает его прочность на сжатие в окрестности данной трещины так, что предел прочности на сжатие может быть лишь в 2 раза больше предела прочности на растяжение.

Кривые Q=f(q) своими минимумами с ростом δ_i смещаются в сторону снижения q, причем для термического разрушения хрупких покрытий требуется и меньшая энергоемкость Q.

Таким образом опасность появления предельных термических напряжений велика в момент пуска и останова котлотурбинного оборудования электростанций. Эти напряжения возникают прежде всего в местах концентраторов, которым являются центры зарождения активной паровой фазы, либо образования капель конденсата. Капиллярно – пористая структура может быть естественного происхождения (солевые отложения, налеты), так и искусственно создаваемая с хорошо – и плохотеплопроводными материалами в широких пределах пористости от 3% до 90% (проницаемости). Структуры могут выполнять моделирующую роль, так и служить в качестве высокоинтенсивной и форсированной системой охлаждения. Например, моделирующим материалом служат тешенитовые пористые покрытия, имеющие в 5 раз больший коэффициент линейного расширения, в 10 раз – более низкий коэффициент теплопроводности и примерно одинаковую температуру плавления по сравнению с энергетическими сталями. Они являются наиболее вязкими с пористостью до 30% (см.рис.6)

ЛИТЕРАТУРА

[1] Polyaev V.M., Genbach A.N., Genbach A.A. An experimental study of thermal stress in porous materials by methods of holography and photoelasticity // Experimental thermal and fluid science, avenue of the Americas, New-York, volume 5, number 6, November. –1992. pp. 697-702.

[2] Генбач А.А., Бурмистров А.В. Исследование теплового состояния цилиндров паровых турбин // Промышленность Казахстана, No 2 (65), март-апрель. –2011. – С.91-93.

[3] Поляев В.М., Генбач А.Н., Генбач А.А. Предельное состояние поверхности при термическом воздействии // ТВТ. – 1991. – Т.29, №5. – С. 923-934.

[4] Polyaev V.M., Genbach A.A. Control of Heat Transfer in a Porous Cooling System // Second world conference on experimental heat transfer, fluid mechanics and thermodynamics. – 1991. – Dubrovnik, Yugoslavia, 23-28 June. – pp. 639-644.

[5] Поляев В.М., Генбач А.А. Управление внутренними характеристиками кипения в пористой системы // Криогенная техника и кондиционирование: Сб. трудов МГТУ. –1991. –С.224-237.

[6] Поляев В.М., Генбач А.А. Управление теплообменом в пористых структурах //Известия Российской академии наук. Энергетика и транспорт.-1992. –Т.38. №6. – С.105-110.

[7] Поляев В.М., Генбач А.А. Теплообмен в пористой системе, работающей при совместном действии капиллярных и гравитационных сил // Теплоэнергетика. –1993. №7. –С.55-58.

[8] Поляев В.М., Генбач А.А. Интенсивность теплообмена пористой системы в гравитационном поле // Известия вузов. Энергетика. -1993. №1,2. –С.91-95.

[9] Поляев В.М., Генбач А.А. Предельные тепловые нагрузки в пористых структурах // Известия вузов. Авиационная техника.-1991. №1. – С.33-37.

[10] Генбач А.А., Бондарцев Д.Ю., Модель генерации пара на твердой поверхности покрытой пористой структурой для элементов теплоэнергоустановок // Вестник КазНИТУ №4 (122) – июль 2017, С. 49-55.

Genbach A.A , Bondartsev D.Yu

Simulation of poorly conductive low-porous capillary coatings and steam-generating heat-exchange surfaces of thermal power plants elements.

Summary. Coatings were made of poorly heat-conducting mineral media (quartz, granite, teshenite) with low porosity (3 ÷ 30%). The heat was supplied from the torch of the rocket burner and electric current. The stability of heat transfer was provided by an excess of the coolant under the combined action of capillary and mass forces. The solution of the thermoelastic problem determined the connection between heat fluxes, thermal stresses and fracture energy versus the time of heat supply and the size of the detachable coating particles.

Keywords: porous coatings, cooling system, heat exchange.

Генбач А.А., Бондарцев Д.Ю.

Модельдеу жаман сымды аз кеуекті капиллярных жабындар мен бу генерациялайтын жылу алмасу беттерінің элементтерін жылу энергетикалық қондырғылар.

Түйіндеме: жабу орындалды бірі нашар жылу өткізу минералды орталарды (кварц, гранит, тешенит) кеуектілік (3÷30%). Жылу органын көрсету қажет от алауын зымыран оттықтары мен электр тогымен. Тұрақтылық, жылу тасымалдау қамтамасыз етілетіндей мол салқындатқыштан кезінде бірлескен іс-әрекеттегі капиллярных және бұқаралық күштері. Шешім термо-серпімділік міндеттері анықтады байланыс жылу ағынын бұзатын термиялық кернеулер мен энергия бұзылу уақыты берілген жылу мөлшері мен бөлінетін бөлшектердің жабу.

Түйінді сөздер: кеуекті жабынды, суыту жүйесі, жылу алмасу.

UDC 54.057

Zh.T.Kuli [1], Zh.B. Omarova [2]
([1]Kazakh National University named after Al-Farabi, Almaty, Republic of Kazakhstan;
[2]Kazakh National Technical Research University after K.I.Satbayev, Almaty, Republic of Kazakhstan
E-mail: Kuliev.zhan@mail.ru)

ELECTRON BEAM TECHNOLOGY. ENERGY CONVERSION EFFICIENCY OF ACCELERATED ELECTRONS INTO THERMAL ENERGY

Abstract. We studied the performance of cement clinker, cement and cement concrete, they change after treatment with an electron beam. The comparative analysis of quality indicators of cement clinker obtained by traditional and electron-beam method.

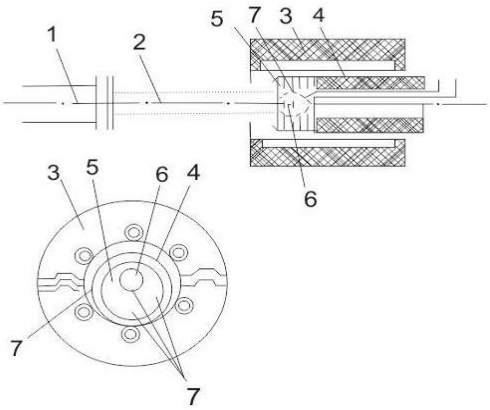
We assess the energy efficiency, environmental safety and economic profitability of the electron beam method to improve the quality of cement concrete. The traditional method of producing cement is a very energy-intensive process, accompanied by emissions of combustion products and derivatives of gases released during sintering of the cement clinker into the asthmatic sphere.

Key words. Cement clinker, cement, cement concrete.

Firing Portland cement clinker in rotary kilns with their increasing size, low filling factor of the material of the firing chamber and a rather big fuel consumption can not be attributed to the number of high-performance technological processes. In order to intensify this process and save natural fuel, it is important to investigate the possibility of obtaining clinker under the influence of ionizing radiation [1].

Today for implementation of various radiation processes the considerable quantity of types of the accelerators differing in the operating mode, use in accelerators of light (electrons) or heavy (protons or ions) particles, generation of a continuous or pulsed beam and other features is created.

The largest number of industrial radiation processes operations are carried out using direct-acting accelerators. The energy of the electrons does not exceed 5МэВ (1МэВ=1,6*10-13Дж). The power of the accelerators reaches several hundred kilowatts.

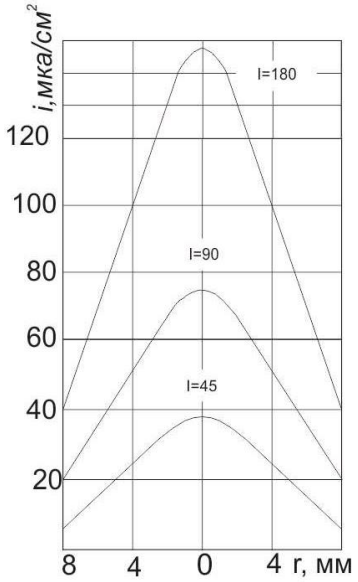


1-accelerator, BAE -8; 2-electron beam; 3-tubular electric furnace; 4-cassette; 5-irradiated tablets; 6-clinker zone in tablets; 7-thermocouples

Figure 1. The experimental setup

The successful application of radiation to energy-intensive chemical processes, which include processes of cement technology, is essentially unknown. In NIIF them. D. V. Yefremov was subjected to the bombardment of accelerated to 7.8 MeV electrons in compressed tablets of powdered calcium carbonate qualification h. d. a. and raw material mixture containing SiO2 14.66%, TiO2 0.06 Percent,Al2O3 4.29%, Fe2O3 3,11%, CaO 43,37%, SO3 of 0.15%, K2O 0,25%, Na2O 0,15%, CO (loss on ignition) 33,95% composed of Novosi-

birsk marl, podatkovnega iron oxide. The scheme of the experimental setup is shown in figure 10, the distribution of the electron flux along the beam section-figure 1, experimentally determined * dose curve of electron absorption in the cement raw mix. The experiments were carried out in the conditions of preheating the sample in the furnace to a temperature of 270-6700C, and without heating.



I- is the total beam current, i -is the current density,
r -is the radius of the beam cross section

Figure 2. Current density distribution along the cross section of the accelerator electron beam

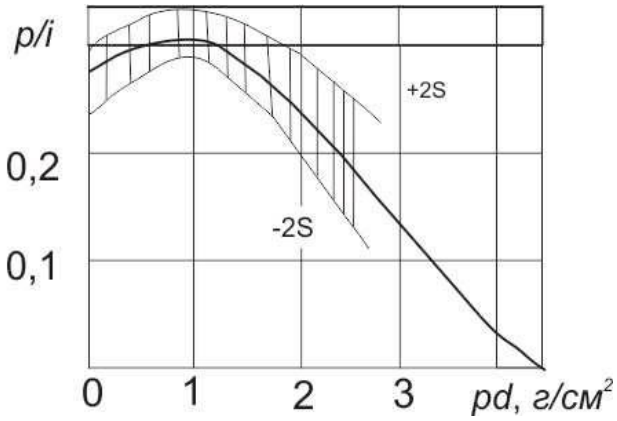


Figure 3. Depth dose rate distribution p / i –ratio of dose rate to current density of accelerated electrons

At the absorbed dose rate of 20-40 Mrad/sec and normal air pressure, a complete decomposition of calcium carbonate and an almost complete flow of the Portland cement clinker synthesis reaction were achieved in a very short period of time (15-5 s)[2]. The heat loss of the irradiated material did not exceed 5% of the absorbed energy, and this allowed to estimate with sufficient accuracy the energy consumption of the system, which amounted to 3310±290 joules or 790±70 calories per 1G clinker. For irradiation without preheating the latter, the value of the absorbed dose and the amount of heat reported to the sample was determined. In the conditions of traditional sintering (heating up to 1400-14500C), the heat consumption of a similar system is about 900kcal/g clinker. When conventional sintering is complete klonirovaniya can be achieved with 17000C only for 3 min, and when the electron-beam method at a temperature of 1100-13000C.

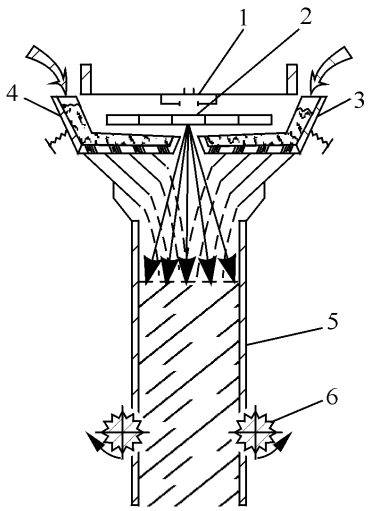
In a separate experiment, the tricalcium silicate Ca2SiO4·CaO was obtained by electron beam method. In another experiment, 40% silicate prepared for 30 C at a temperature of 15500C. The electron beam method opens new boundaries in the cement industry. But there are other ways to improve the quality, for example, the use of gamma radiation.

Accelerators type IBA is the electron accelerators intended for radiation work in the range from 0.7÷5МэВ, power data installations up to 50 kW . The main parameters of electron accelerators (ILU and ELV) are shown in table 1.

Table 1.**The main parameters of the electron accelerators**

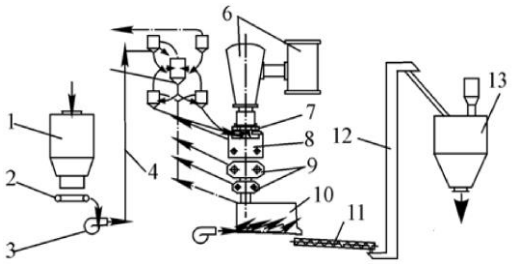
Accelerators with continuous beam current (IBA)			
	Range of energy, MeV	The power in the beam, kW	Maximum beam current, mA
IBA – little	0.2 – 0.4	20	50
IBA – 0.5	0.4 – 0.7	25	40
IBA – 1	0.4 – 0.8	25	40
IBA – 2	0.8 -1.5	20	35
IBA – 3	0.5 – 0.7	50	100
IBA – 4	1.0 – 1.5	50	40
IBA – 6	0.8 – 1.2	100	100
IBA – 8	1.0 - 2.5	90	50
IBA – 6M	0.75 – 1.0	160	200
IBA kel	0.5 – 0.8	500	800
IBA – 12	0.6 – 1.0	400	400
Accelerators with pulsed nature of the beam (APN)			
	Range of energy, MeV	Average beam power (max), kW	Maximum beam current (max), mA
APN – 8	0.6 – 1.0	20	25
APN – 6	1.2 – 2.5	20	17
APN – 6м	1.0 – 2.0	40	20
APN – 10	2.5 – 4.0	50	20
APN – 10м	2.5 – 4.0	30	12

In experiments, IBA -6 was used, where the powdery raw material mixture was fed through the sprayers into the mine, where it was exposed to electron irradiation. The walls of the mine are made of metal (steel), reflecting the electron beam. The radiation energy utilization factor in the chamber can be increased to 75-80%[3]. These units can be used for the production of 0.5 t/h of clinker. The technological process of production of cement clinker by radiation method has several stages. This process is similar to the traditional presence in the scheme of crushers, dispensers, refrigerator. The main fundamental difference in replacing a rotary kiln with an industrial electron accelerator[4]. The accelerator is shown in figure 4.



1-accelerator window; 2-sweep; 3,4-dusters; 5-shaft; 6-broaching device
Figure 4. Electron beam apparatus

After extensive exposure in the mine, the clinker is transported to the crushing chamber. The process begins with the start of the electron beam through the accelerator window (1), where the beam passes through the sweep (2), falls into the shaft of the device (5). In parallel to this process, the powder mixture is injected through the sprayers (3,4)[5]. The General technological process at irradiation of a working mix is shown in figure 5.



1-hopper; 2-dispenser; 3-air pump; 4-pneumatic transport; 5-heat exchanger; 6-electron beam apparatus; 7-sweep; 8-shaft; 9-crusher; 10-refrigerator; 11-conveyor; 12-Elevator; 13-hopper of the finished product
Figure 5. Scheme of cement production by electron-beam method

This roasting process involves dosing the working mixture, passing through the air pump and sending to the heat exchanger, where the mixture is heated to 300-400 0C.

The main energy carrier in the process of firing is a beam of accelerated electrons. The electron energy is high (1.5-2.0 MeV) and it is transmitted to the entire mass of the raw material mixture. The equilibrium activation temperature decreases by 150-200 K. the absorbed dose Rate of 200-400 W / g and clinker formation is completed in 5-15C. The process of diffusion heat transfer in this process is thermally activated, that is, the first approach of sintering depends on the temperature, a significant increase in the speed can be obtained by increasing the irradiation temperature[6].

The first irradiation experiments were carried out in the laboratory of the Institute of nuclear physics of the Siberian branch of the Academy of Sciences in Novosibirsk. A special case for the experimental setup was built in iyaf. These experiments were conducted by doctor of physical Sciences I. G. Abramson, who was seen by Chinese industrial centers. Experiments on irradiation of ceramics with ferrite content were carried out by Shabardin R. S. in his work "Development of technology of radiation-thermal sintering of lithium-titanium ferrite ceramics". It took into account the dependence of the average grain size of ferrites on the temperature of radiation sintering. It proved the exponential character of the substance temperature influence during re-crystalization processes . When sintering electron beam method microhardness and mechanical bending strength, similar in magnitude similar characteristics of ferrites in the usual traditional method.

The lack of electron accelerators is the relatively high price: one such unit is worth 2 million us dollars in the production of cement it is necessary to take into account the environmental consideration of the use of accelerators[7].

On the basis of the analysis and calculations it is possible to draw the following conclusions:

* After electron irradiation clinker of satisfactory quality was obtained;

* Clinker temperature at the exit of the refrigerator is less than 500C;

• Average fuel consumption for the firing reached 650 kcal/kg clinker;

• Specific consumption of elektroenergii in the firing of cement clinker amounted to 4.5 kWh*tonne of clinker.

Electron beam technology can also be used as microzones in the study of Portland cement clinker. In principle, each device consists of an electron source and a measuring unit: the electron flux is obtained by a tungsten wire cathode with a diameter of 100 microns, is focused using electromagnetic lenses and bombards the sample (anticathode), which is accompanied by the appearance of x-rays and other phenomena. Unlike x-ray radiation, which affects the surface layer to a depth of 1 to 3 microns, reflected electrons give an idea of the truth of the surface of the sample [8].

The cement produced by electron beam irradiation is of high quality. Since the quality of cement depends on the quality of clinker (70-90% by weight of cement) and the quality of the added gypsum. The quality of cement depends on the grinding of the final mixture of clinker and gypsum. The cast determines the setting time. When irradiated with electrons in the mixture there are very complex chemical processes.

Earlier it was mentioned that after radiation exposure of linker it was possible to obtain cement of 500 grade. So, with a small expenditure of energy is possible to obtain a cement of high quality. When sintering by irradiation of electron beams clinker sintered by 95%, 90-95% completed the process of decarbonization of the entire material, it contributes to better hydration, uniform formation of hydration centers. It affects the future performance of concrete. Comparative tests of samples made of cement, obtained by the claimed method, and of cement, obtained by electron-beam method, after 28 days of hardening showed that the strength characteristics of the compression correspond [9]:

• for the claimed method - Portland cement of grade M 600;
• for this method - Portland cement m 500.

Thus, the use of this method significantly increases the cement grade (strength of concrete), and also allows to obtain concrete under any weather conditions, whereas in the traditional method in winter ice crystals are obtained in monolithic concrete. Those are the strength increased by 100 MPa at sm2.

Disadvantages of the electron-beam method is in the corpuscular nature of electrons. But this disadvantage can be eliminated by entering the radiation source inside the mine and changing the design of the mine and the dispenser itself [10].

Under the influence of irradiation and subsequent firing, the decomposition rate of raw materials increases, at lower temperatures, moisture and volatile compounds are removed. It was established experimentally that at irradiation by the stream (150 μa/cm2) of electrons with energy 5МэВ within 150C of the process of homogenization reaches about 55%[11]..

The concrete received from cement and prepared on this way, is strengthened quicker that, undoubtedly, influences its quality. It is known that the crystallization process is the basis of hydration hardening of most mineral binders, leading to the production of high-quality durable "stone"[12].

This method reduces the sensitivity of cement to radiation. Treatment of clinker by irradiation with an electron beam leads to the formation of a high concentration of point defects, and the clinker burning process and the high saturated crystallization centers of the Admixture contained in the clinker, in the process of firing, ensure the growth of defects in the raw material and the production of a high-dispersed binder of high quality [13].

Cement is a product obtained by adding gypsum and other mineral components to the clinker, which is further ground in a rotating mill[14]. The homogeneous nature of the powder corresponds to the quality of cement .Earlier it was mentioned that irradiated clinker [15].

REFERENCES

[1] CT RK EN 197-1-2011 Composition, specifications and criteria for conventional cements
[2] GOST R 30515-2013 Cements. General specifications.
[3] Butt, Y. M., Sychev M. M. Chemical technology of binding materials.- M.: "Highest school", 1980.- 455p.
[4] Miryuk O. A. Binding agents. Lecture course.- Ore: RII, 2015.- 36p.
[5] GOST 55224-2012 Cements for the transport construction. Technical conditions.
[6] ST RK 2062-2010 Cement. Test method. Determination of strength.
[7] GOST 10178-85 Portland Cement and slag Portland cement. Technical conditions.
[8] Larionov 3.M., Nikitina L. V., L. V. Garshin Phase composition, microstructure and strength of cement stone and concrete. M.: Stroyizdat, 1977, - 252p.
[9] CT RK GOST R 54194-2013 Resources.Cement production. The best available energy efficiency technologies.
[10] Boldyrev A. S., Dobuzhinsky V. I., Rekitar Ya. Technical progress in the building materials industry. M.: Stroyizdat, 1980.- 358p.
[11] Boganov A. I. Mechanical equipment of cement plants. M: Stroyizdat,1985.- 225p.
[12] GOST 27120-86 Furnaces of chemical plants with rotating drums of General purpose. General technical requirements.
[13] Technical regulation "safety Requirements for reinforced concrete and concrete structures".2008 year № 1198.
[14] V. A. Duda Cement.-M., Stroyizdat,1981.- 232p.
[15] Saikiran S. A. Binders: Production of construction material, products and design.2008-16C.

Кули Ж.Т., Омарова Ж.Б.

Влияние электронно-лучевой технологии на эффективность конверсии энергии ускоренных электронов в тепловую энергию.

Резюме. Электронно-лучевая технология получения цементного клинкера положительно повлияла на эколого-экономические показатели процесса и продукции. В настоящее время наряду с электронно-лучевой технологией развиваются другие экологически рентабельные проекты как облучение гаммаволнами и др. Химических отходов при данном процессе практически нет, экологически рентабельный проект. При декарбонизации выделяются только оксиды углерода, которые могут быть утилизированы в производстве.

Ключевые слова: цементный клинкер, цемент, бетон.

Кули Ж.Т., Омарова Ж.Б.

Электронды-сәулелік технология. Электрон энергиясының жылу энергиясына аудару жолының тиімділігі.

Түйіндеме. Цемент клинкер табудың электронды-сәулелік технологиясының экологиялық-экономикалық көрсеткіштеріне оң әсер еткенің өз көзімен жеттік. Қазіргі уақытта электронды-сәулелік технологиямен қатар басқа да экологиялық рентабельді жобалар дамуда, әсіресе сәулелендіру гамма-өнеркәсібі, және т. б. Химиялық қалдықтар қалдырмайтын осы процес іс экологиялық жағынан тиімді жоба. Декарбонизация кезінде көміртек оксидтері ғана бөлінеді.

Кілттік сөздер: цемент клинкер, цемент, бетон.

УДК 624.131

D.F. Unaspekov, T.I. Irgibayev, T.V. Tugelbayeva, A.T. Melsov
(Institute of Architecture and Construction, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: unaspekov@yandex.kz)

CURRENT STATE ANALYSIS OF THE HEAT SUPPLY SYSTEM OF RESIDENTIAL BUILDINGS AND STRUCTURES

Abstract. The current state review of the heat supply system of residential buildings and structures was carried out.The issues of effective distribution of thermal energy and energy efficiency in buildings were considered. The effective temperature regime of buildings and structures is determined by the influence of time-varying control and disturbing influences. The Denmark experience of the heat supply system was considered.

Key words: heat supply systems, fuel and energy resources, thermal energy, coolant, buildings and structures.

Б.А. Унаспеков, Т.И. Иргибаев, Т.В. Тугельбаева, Ә.Т. Мәлсов
(Институт Архитектуры и строительства, НАО «КазНИТУ имени К.И. Сатпаева»,
Алматы, Республика Казахстан)

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Аннотация. Выполнен обзор современного состояния системы теплоснабжения жилых зданий и сооружений. Рассмотрены вопросы оптимального распределения тепловой энергии и обеспечения энергосбережения в зданиях. Определен температурный режим зданий и сооружений влиянием изменяющихся во времени управляющих и возмущающих воздействий. Рассмотрен опыт применения системы теплоснабжения в Дании.

Системы теплоснабжения являются крупнейшими потребителями топливно-энергетических ресурсов. От нормального функционирования этих систем зависят условия теплового комфорта в отапливаемых зданиях самочувствие людей, производительность труда и т.д.

Как известно, в Республике Казахстан (РК) [1,2,3] и в ряде других стран, для обеспечения населения электрической и тепловой энергией распространена ее комбинированная выработка. Такой способ является в настоящее время наиболее приемлемым с точки зрения эффективности сжигания полезных ископаемых, воздействия на окружающую среду. Однако неэффективное использование энергии на стороне потребителя приводит к неоправданно высокому удельному уровню потребления электрической и тепловой энергии в нашей стране.

Централизованное теплоснабжение с применением комбинированной выработки тепла и электроэнергии на теплоэлектроцентралях (ТЭЦ) в Казахстане получило наиболее интенсивное развитие и стало доминирующей системой теплоснабжения во всех городах и большинстве поселков городского типа . Услугами систем централизованного теплоснабжения (СЦТ) в городах Казахстана пользуются более 70% жителей. Такой способ теплоснабжения, не требующий вмешательства со стороны потребителя, достаточно комфортен и удобен для большинства жителей. Организация систем централизованного теплоснабжения и рынка тепловой энергии существенно отличается от рынка электроэнергии в силу технических и технологических аспектов, свойственных только тепловой энергии: изолированность теплоснабжения по отдельным населенным пунктам; ограниченность экономически приемлемых расстояний транспортирования теплоносителя; невозможность длительного отключения потребителей в зимний период (приоритет надежности над экономически допускаемым уровнем аварийности). зависимость теплопотребления в течение года от температуры наружного воздуха; необходимость расчета теплогенерирующих мощностей и пропускной способности тепловых сетей при минимальных расчетных температурах наружного воздуха.

Системы централизованного теплоснабжения (СЦТ) представляют собой комплекс, состоящий из: источника тепла (тепловая электроцентраль(ТЭЦ) или районная котельная); тепловых сетей; систем теплопотребления.Системы централизованного теплоснабжения (СЦТ) на базе 40 ТЭЦ с комбинированной выработкой теплоты и электроэнергии (теплофикация), получившие в Казахстане широкое распространение, функционировали в 29 городах Казахстана[3].

Системы централизованного теплоснабжения на базе крупных районных котельных функционируют в 12 городах Республики Казахстан. Действующие теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) Казахстана построены, в основном, в 70-80 годы прошлого столетия. Системы централизованного теплоснабжения на базе ТЭЦ получили наибольшее развитие в Северной зоне Казахстана 64% от суммарной располагаемой тепловой мощности ТЭЦ РК, в Южной зоне тепловая мощность систем ЦТ на базе ТЭЦ составляет 19%, в Западной 17%. Основное топливо: уголь казахстанских месторождений ~ 80% природный

газ ~ 15% мазут ~ 5%. Ключевой проблемой во всех действующих СЦТ является моральный и физический износ основных фондов во всех звеньях системы.

Действующие системы теплопотребления в зданиях, присоединенных к СЦТ городов, как правило, не имеют автоматики и в незначительном количестве обеспечены приборами учета тепловой энергии и теплоносителя на тепловых пунктах. Это обстоятельство весьма способствует избыточному расходу тепловой энергии. Большинство потребителей, присоединенных к СЦТ, не имеет возможности регулировать расход тепла на отопление по своему желанию. В жилых домах и многих зданиях общественного назначения имеют место значительные неконтролируемые потери тепла[14,15]. Существующие кооперативы собственников квартир (КСК) не способны организовать надлежащие ремонты жилых домов, в том числе и систем теплопотребления, не имеют экономических стимулов для внедрения энергосберегающих мероприятий и не способны управлять системами теплопотребления. По Гражданскому кодексу Республики Казахстан теплоснабжающая организация материально ответственна за соблюдение количества и качества теплоснабжения. Однако фактически она не может быть привлечена к юридической ответственности за некачественное теплоснабжение из-за отсутствия надлежащего учета и контроля.

Анализ существующих систем теплоснабжения и теплопотребления выявил основные проблемы систем централизованного теплоснабжения.

В настоящее время в системах ЦТ с комбинированной выработкой тепло- и электроэнергии имеет место тенденция снижения энергоэффективности во всех звеньях системы (источник, транспорт, потребитель). Сокращение теплопотребления промышленными предприятиями привело к сокращению производства тепла на ТЭЦ, снижению доли выработки электроэнергии на тепловом потреблении и, соответственно, к повышению удельных расходов топлива на отпуск продукции. Физический износ основного и вспомогательного оборудования достиг превысил 60%. Значительная часть оборудования СЦТ морально устарела и не отвечает современным требованиям ни по энергоэффективности, ни по экологическим нормативам, ни по обеспечению комфортных условий по снабжению теплом и горячей водой. ТЭЦ, сжигающие, в основном, уголь, являются одними из самых крупных источников выбросов загрязняющих веществ в воздушный бассейн городов. Тепловые потери в системах транспорта и потребления тепла значительно превышают нормативные. Уровень оснащенности потребителей приборами учета и местного регулирования незначителен. Сфера теплоснабжения малопривлекательна для инвесторов.

В системах теплопотребления жилых и общественных зданий заключен наибольший потенциал энергосбережения. Тепловые потери зданий, которыми застроены города Казахстана, в сравнении с аналогичными зданиями северных стран Западной Европы должны иметь удельные тепловые потери в три раза меньше фактических. Потенциал энергосбережения в жилом фонде городов Казахстана разными экспертами оценивается от 25 до 50% от фактического теплопотребления

Перейдем к рассмотрению систем теплоснабжения жилых зданий и сооружений.

В настоящее время самыми распространенными являются водяные системы теплоснабжения. При этом обеспечивается достаточно равномерная температура помещений, ограничивается температура поверхности отопительных приборов, в соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями, а также достигается бесшумность циркуляции теплоносителя в трубопроводах [4]. Основными регулируемыми величинами в системах водяного отопления являются температура воздуха в помещениях и температура теплоносителя в системе.

Температурный режим зданий и сооружений определяется совместным влиянием изменяющихся во времени управляющих и возмущающих воздействий. Последние делятся на внешние и внутренние [5]. К внешним воздействиям относятся: температура наружного воздуха, солнечная радиация, воздействие ветра, снег, дождь и пр. [6], изменения температуры и расхода теплоносителя на вводе в здания. К внутренним тепловым воздействиям относятся различные выделения теплоты в зданиях, например от работающих электроприборов, оборудования, и т.п. Сюда же относятся и тепловыделения непосредственно людьми. Следует отметить, что внутренние возмущающие воздействия достаточно велики и могут приближаться к величине тепловых потерь зданий в переходные периоды отопительного сезона.

Тепловой пункт является одним из основных элементов системы теплоснабжения. В нем осуществляется связь между тепловыми сетями и потребителями тепловой энергии. Чаще всего при децентрализованном водяном теплоснабжении применяют следующие основные способы присоединения системы теплопотребления к внешним тепловым сетям [3]:

– зависимое прямоточное присоединение;

– зависимое присоединение со смешением теплоносителя;

– независимое присоединение.

Зависимая прямоточная схема присоединения системы отопления, представленная на рисунке 1, является наиболее простой.

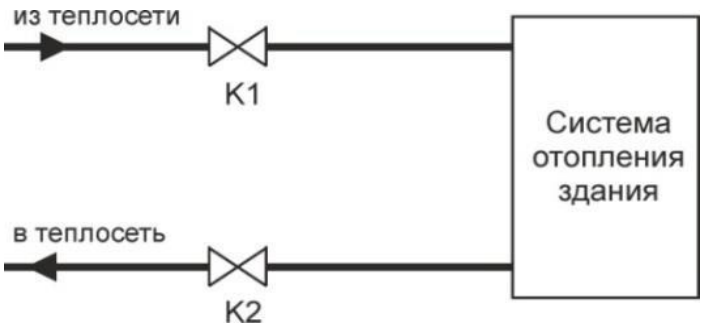


Рис. 1. Блок-схема зависимого прямоточного присоединения системы отопления

В ней отсутствуют теплообменник, смесительный узел, циркуляционный и подпиточный насосы. Такую схему применяют, когда в системе допускается подача высокотемпературного теплоносителя и значительное гидростатическое давление, либо в случае прямой подачи низкотемпературного теплоносителя.

Основной недостаток – невозможность местного регулирования температуры теплоносителя в системе отопления здания.

Для жилых зданий температура теплоносителя, поступающего в нагревательные приборы, по санитарным нормам не должна превышать 95°С а в магистралях тепловых сетей может подаваться теплоноситель с температурой 130-150°С, а значит необходимо понижение его температуры [4]. Чаще всего достигается это применением схемы зависимого присоединения со смешением теплоносителя, например с помощью водоструйного элеватора [5,6], установленного на вводе теплоносителя в здание как представлено на рисунке 2. В элеваторе происходит смешение исходного ($G1$) и охлажденного ($G3$) теплоносителя, поступающего из системы отопления, в результате чего в нагревательные приборы поступает теплоноситель требуемой температуры.

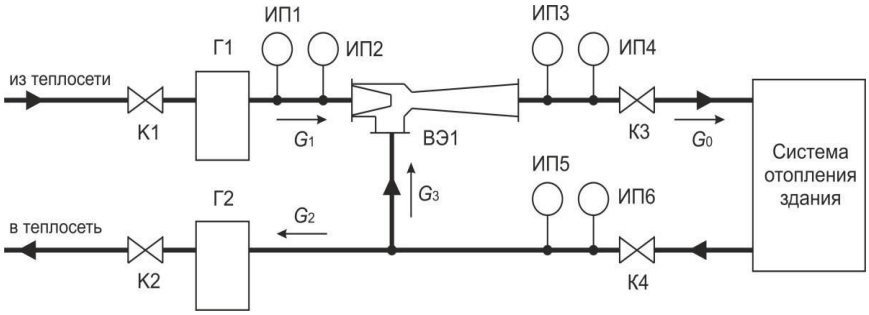


Рис. 2. Блок-схема элеваторного узла: К1-К4 – клапаны; Г1,Г2 – грязевики; ИП1,3,5 – манометры, ИП2,4,6 – термометры, ВЭ1 – водоструйный элеватор, $G1$-$G2$ – расход теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах на вводе ($G1$=$G2$), $G3$ – расход теплоносителя через перемычку, $G0$ – расход теплоносителя в системе отопления здания

Широкое распространение элеваторов вызвано их постоянной устойчивой работой при изменении теплового и гидравлического режима в тепловых сетях. Так же элеваторы не требуют постоянного наблюдения, а регулировка его производительности заключается лишь в выборе правильного диаметра сопла. Недостатки – невозможность регулирования температуры теплоносителя в подающем трубопроводе системы отопления здания при изменении температуры наружного воздуха, или при изменении режимов эксплуатации здания, а также сложность обеспечения надежной циркуляции теплоносителя в системе в условиях колебаний давления [3, 4].Зависимое присоединение с установкой насоса используется вместо элеваторной схемы, когда на вводе разность давлений в подающем и обратном трубопроводах недостаточна для работы элеватора, или при необходимости индивидуального регулирования температурного режима здания [9]. Такое подсоединение системы отопления представлено на рисунке 3. Оно обеспечивает создание комфортных условий в помещениях здания за счет регулирования расхода притока теплоносителя и присоединяемых тепловых сетей в

подающем трубопроводе с помощью регулирующего клапана К1. В результате температура теплоносителя (циркулирующего за счет насосов Н1-Н2 с электроприводами М1-М2 и поочередным управлением с помощью контроллера ТК1) во внутреннем контуре системы отопления изменяется в зависимости от температуры наружного воздуха (с учетом температурного графика) и температуры воздуха в помещении [10,11]. Однако это достигается только применением автоматизированных систем регулирования на основе электронных регуляторов или регуляторов прямого действия (контроллера ТК1 и регулятора РТ1 с датчиком температуры ДТ1).

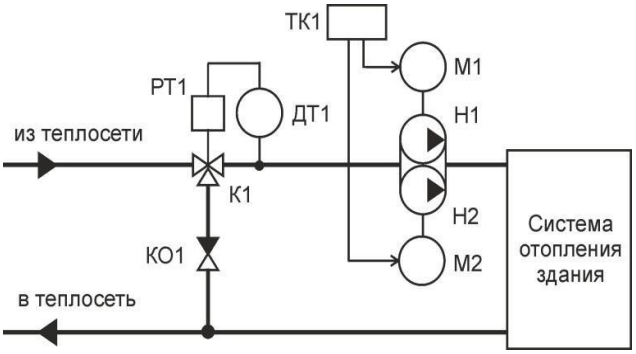


Рис. 3. Зависимая схема присоединения с использованием насоса

Основной недостаток зависимого присоединения потребителей состоит в том, что давление теплоносителя в тепловых сетях передается на приборы местных систем.

Поэтому зависимые местные системы отопления используются в условиях, когда давление в тепловых сетях не превышает прочности применяемых приборов.

При независимой схеме присоединения системы отопления, представленной на рисунке 4, гидравлический режим и инерционность процессов в теплообменнике не отражаются на системе отопления, а регулятор температуры позволяет поддерживать оптимальные параметры микроклимата в отапливаемых помещениях.

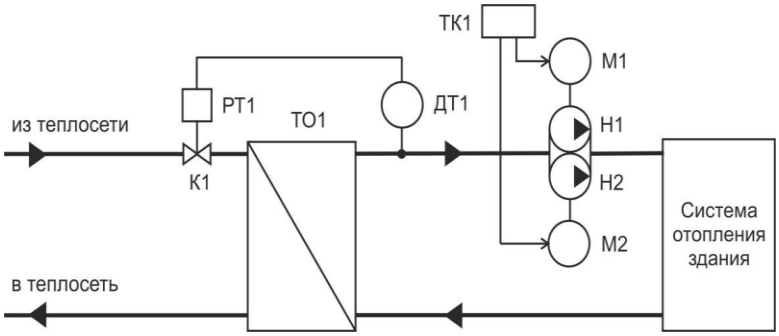


Рис. 4. Независимая схема присоединения системы отопления

В такой схеме, теплоноситель из тепловой сети проходит через теплообменник (ТО1) и нагревает теплоноситель, циркулирующий за счет насосов Н1 и Н2 по контуру системы отопления здания. Регулятор РТ1 с помощью клапана К1 поддерживает заданный температурный режим. Независимое присоединение применяется в том случае, когда в системе отопления не допускается повышение гидростатического давления теплоносителя до величины, соответствующей наружным теплосетям. К преимуществам такой схемы также относится возможность сохранения циркуляции теплоносителя в системе отопления здания в течение некоторого времени при повреждениях внешних трубопроводов до теплообменника.

Рассмотрим опыт применения системы теплоснабжения в дальнем зарубежье, такого государства как Дания. Высокий уровень эффективности использования энергии, существующий в Дании, достигнут в большой степени в результате развития системы централизованного теплоснабжения. [7].

Экономичность ЦТ обусловлена низкими тепловыми потерями в распределительных сетях, благодаря созданию новых конструкций труб, в том числе пластмассовых, применению эффективной теплоизоляции трубопроводов и прогрессивных методов их укладки и эксплуатации [16]. Это позволяет снизить температуру воды в распределительной сети до 70-85° С. Среди новых технических средств, повышающих эффективность использования тепловой энергии, в Дании повсеместно используются

эффективные пластинчатые теплообменники, насосы с регулируемым электроприводом, различная автоматика контроля и регулирования расхода теплоносителя, а также индивидуальные регуляторы тепла, устанавливаемые на каждый радиатор внутри зданий.В Дании создано около 300 компаний ЦТ. Как правило, компаниями ЦТ в крупных городах владеют местные власти, малыми компаниями ЦТ - кооперативы потребителей. В первом случае интересы потребителей отражаются через представителей, избранных в органы власти. Во втором случае - правления компаний ЦТ избираются на ежегодных собраниях представителей потребителей.

С целью снижения до минимума расходов потребителей все компании ЦТ действуют как бесприбыльные кооперативы и, следовательно, нет затрат потребителей на покрытие налогов с прибыли компаний. При этом реальная прибыль, получаемая теплоснабжающей компанией в течение отчетного периода (на конец каждого года), направляется в виде дотации на снижение тарифов на тепло для всех потребителей в будущем после отчетного году. Таким опосредованным образом потребители теплоэнергии в Дании являются фактическими владельцами теплоснабжающих компаний и большинства теплогенерирующих мощностей.

Политика Дании в области теплоснабжения нацелена на решение задач экономии энергии и снижения выбросов в окружающую среду от теплопроизводящих установок путем развития ЦТ, и в том числе комбинированного производства тепла и электроэнергии (ТЭЦ), и мелких децентрализованных систем теплоснабжения, охватывающих максимально-возможное количество рассредоточенных потребителей.

Особым для Дании направлением является создание мини-ТЭЦ мощностью до 1 МВт прежде всего на базе действующих котельных путем надстройки на них газовых турбин и газопоршневых электростанций .

Обращение к опыту таких стран, как Дания, Финляндия, Германия, обогнавшие нас в области централизованного теплоснабжения на базе теплофикации показывает, что необходимо в первую очередь оснащение каждого теплового пункта здания приборами автоматического регулирования подачи тепла. А затем постепенный переход на сниженные параметры теплоносителя в тепловых сетях, поскольку установленные приборы автоматики выправят параметры теплоносителя, циркулирующего в системах отопления, независимо от их снижения в тепловых сетях. Но параметры надо снижать не только в тепловых сетях, но и в системах отопления, что сократит связанное с этим вынужденное увеличение расхода теплоносителя. Так, в большинстве систем теплоснабжения перечисленных стран расчетные параметры теплоносителя в тепловых сетях 110–55 °С, а в системах отопления 75–55 °С [12,13].

Следует отметить, что из-за различия климатических условий опыт зарубежных стран сложно перенести к условиям РК.

В работе [8] справедливо отмечаются основные проблемы в теплоснабжении, требующие решения:

- моральный и физический износ основного и вспомогательного оборудования на ТЭЦ, в котельных, в тепловых сетях и системах теплопотребления. Не решается актуальнейшая задача ликвидации сверхнормативных потерь тепловой энергии;

- действующие системы теплопотребления в зданиях, присоединенные к системам централизованного теплоснабжения (СЦТ) городов, как правило, не имеют автоматики и в незначительном количестве обеспечены приборами учета тепловой энергии и теплоносителя на тепловых пунктах;

- большинство потребителей, присоединенных к СЦТ, не имеет возможности регулировать расход тепла на отопление по своему желанию;

- ответственные за системы теплопотребления жилых зданий кооперативы собственников квартир (КСК), как и жители, не имеют экономических стимулов для внедрения энергосберегающих мероприятий и не способны управлять системами теплопотребления зданий кооперативы собственников квартир(КСК);

- в настоящее время теплоснабжающие организации не могут самостоятельно осуществить необходимое техническое перевооружение СЦТ, так как они ограничены регулируемыми тарифами на тепло, ориентированными на относительно низкую платежеспособность основных потребителей;

- объекты систем централизованного теплоснабжения разделены между владельцами различных форм собственности. В силу технологических особенностей организация централизованной системы теплоснабжения предполагает и централизованную систему управления. Наличие двух или трех теплоснабжающих организаций в одной СЦТ не приводит к развитию рыночной конкуренции, так как субъекты единой системы теплоснабжения развивают свою деятельность в разных частях одной системы;

- создание тарифных стимулов на увеличение производства только электроэнергии привело к замещению на ТЭЦ энергоэффективной выработки электроэнергии на тепловом потреблении выработкой в конденсационном режиме с перерасходом топлива.

ВЫВОДЫ

1. Централизованное теплоснабжение с применением комбинированной выработки тепла и электроэнергии на теплоэлектроцентралях (ТЭЦ) в Казахстане получило наиболее интенсивное развитие и стало доминирующей системой теплоснабжения во всех городах и большинстве поселков городского типа.

2. Действующие системы теплопотребления в зданиях, присоединенных к СЦТ городов, как правило, не имеют автоматики и в незначительном количестве обеспечены приборами учета тепловой энергии и теплоносителя на тепловых пунктах. Это обстоятельство весьма способствует избыточному расходу тепловой энергии. Большинство потребителей, присоединенных к СЦТ, не имеет возможности регулировать расход тепла на отопление по своему желанию.

3. Эффективность, с точки зрения экономного энергопотребления, работы систем теплоснабжения требует одновременного решения вопросов гидродинамики и термодинамики, при этом параметры теплоносителя в тепловом пункте должны контролироваться в обоих направлениях – от источника к потребителю, и от потребителя к источнику выработки тепловой энергии.

Исследование выполнено в рамках финансируемого проекта №2018/AP05133670 «Исследование, разработка и внедрение энергосберегающих теплозащитных ограждений и современных систем теплоснабжения зданий с автоматизированными тепловыми пунктами»

ЛИТЕРАТУРА

[1] Послание Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева народу Казахстана. 10 января 2018 г. http://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses_of_president

[2] Программа модернизации жилищно-коммунального хозяйства Республики Казахстан на 2011 -.2020 годы, утвержденая постановлением Правительства Республики Казахстан от « 30 » апреля 2011 года № 473.

[3] Состояние и перспективы развития централизованного теплоснабжения в Казахстане. АО «Институт «КазНИПИЭнергопром.Астана.2013. –52 с. http://www.eep.kz/upload/files/prezentacia_gucaliuk.pdf

[4] Ионин А.А. Теплоснабжение: Учебник для вузов/ А. А. Ионин, Б. М. Хлыбов, В. Н. Братенков, Е. Н. Терлецкая; Под ред. А. А. Ионина. — М.: Стройиздат, 1982. — 336 с, ил.

[5] Копко В.М. Теплоснабжение: курс лекций для студентов специальности «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» высших учебных заведений/В.М.Копко. - М: Изд-во АСВ,2012. -336с.

[6] Козин В.М., Левина Т.А., Марков И.Б. Теплоснабжение: Учебное пособие для студентов вузов. М.: Высшая школа, 1980. - 408с.

[7] Рыкалов В. Централизованное теплоснабжение в Дании и Германии // http://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=406

[8] Шаймерден Уразалинов: Проблемы в секторе теплоснабжения и пути их решения.

[9] https:energy.mediashajmerden-urazalinov-problemy-v-sektore-teplosnabzheniya-i-puti

[10] Шилькрот Е.О. Эффективность систем отопления и вентиляции зданий / Е.О. Шилькрот // Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика (АВОК). – 2003. – №4. – с. 6-11.

[11] Сканави А.Н. Отопление / А.Н. Сканави, Л.М. Махов. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 576 с.

[12] Чистович С.А. Автоматизированные системы теплоснабжения и отопления / С.А. Чистович [и др.]. – Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1987. – 248 с.

[13] Кононович Ю.В. Тепловой режим зданий массовой застройки / Ю.В. Кононович. – М.: Стройиздат, 1986. – 157 с.

[14] Немцев З.Ф. Теплоэнергетические установки и теплоснабжение / З.Ф. Немцев, Г.В. Арсеньев: учеб. Пособие для вузов. – М.: Энергоиздат, 1982. – 400 с.

[15] Куклик Л.Ф. Индивидуальное регулирование температуры в отапливаемых помещениях / Л.Ф. Куклик, В.Д. Курбан, С.П. Петров // Водоснабжение и санитарная техника. – 1984. – №8. – с.12-13.

[16] Туркин В.П. Автоматическое управление отоплением жилых зданий / В.П. Туркин, П.В. Туркин, Ю.Д. Тыщенко. – М.: Стройиздат, 1987. – 192 с.

[17] Федяев А.В. Развитие теплоснабжающих систем / А.В. Федяев. – М.: Энергия, 2000. – 254 с.

Унаспеков Б.А., Иргибаев Т.И., Тугельбаева Т.В., Мәлсов Ә.Т.

Тұрғын үй құрылысы және орналастырылған жұмыстарды жабдықтау жүйесінің жағдайына талдау

Резюме. Тұрғын үй ғимараттары мен құрылыстары үшін жылумен жабдықтау жүйесінің қазіргі жай-күйі қаралды. Жылулық энергияны оңтайлы бөлу және ғимараттарда энергия үнемдеу мәселелері қарастырылады. Шетелде жылумен жабдықтау жүйесін пайдалану тәжірибесі және ерекшеліктері қарастырылады.

Түйінді сөздер: жылумен жабдықтау жүйелері, отын-энергетикалық ресурстар, жылу энергиясы,жылу мен жабдықтау, құрылыс.

Unaspekov D.F., Irgibayev T.I., Tugelbayeva T.V., Melsov A.T.

Current state analysis of the heat supply system of residential buildings and structures

Abstract. The current state review of the heat supply system of residential buildings and structures was carried out.The issues of effective distribution of thermal energy and energy efficiency in buildings were considered. The far abroad experience of heat supply system application was considered.

Key words: heat supply systems, fuel and energy resources, thermal energy, coolant, buildings and structures.

Y. Orkushpayev

RESEARCH AND METHODOLOGICAL PROVISIONS OF ARTILLERY FIRE MISSIONS SCOPE REASONING IN THE PERFORMANCE OF TACTICAL TASKS BY THE BRIGADE AT THE INTERNAL ARMED CONFLICT

Abstract: the purpose and objectives of the article is the presentation of research and methodological provisions of fire missions scope reasoning by the brigade performing tactical tasks in the counter-terrorism operation. Proposed research and methodological provisions will allow to produce recommended practices regarding general order and the main planning points of artillery military operations by the artillery officer and the operating procedure element of the artillery officer to make proposals to the brigade commander of the artillery application at the internal armed conflict.

Key words: fire missions scope, internal armed conflict, tactical tasks, illegal armed groups.

Е. Оркушпаев
(Военный институт Сухопутных войск
Алматы, Республика Казахстан E-mail: evgeniorkushpaev@mail.ru)

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОБОСНОВАНИЯ ОБЪЕМА ОГНЕВЫХ ЗАДАЧ АРТИЛЛЕРИИ ПРИ УЧАСТИИ В ВЫПОЛНЕНИИ ТАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ БРИГАДОЙ ВО ВНУТРЕННЕМ ВООРУЖЕННОМ КОНФЛИКТЕ

Аннотация: цель и задачи статьи изложение научно-методических положений обоснования объема огневых задач артиллерии при участии в выполнении тактических задач бригадой в контртеррористической операции. Предложенные научно-методические положения позволят выработать практические рекомендации по общему порядку и основному содержанию планирования боевых действий артиллерии начальником артиллерии и элементу алгоритма работы начальника артиллерии при подготовке предложений командиру бригады по боевому применению артиллерии во внутреннем вооруженном конфликте.

Ключевые слова: объем огневых задач, внутренний вооруженный конфликт, тактические задачи, незаконные вооруженные формирования.

Введение. Обоснование объема огневых задач, возлагаемых на артиллерию в ходе внутреннего вооруженного конфликта, является исходным пунктом для решения вопросов организации и ведения ею боевых действий, в их числе: обоснование целесообразного распределения артиллерии и размещения артиллерии непосредственного подчинения в боевом порядке бригады; обоснование содержания вопросов, решаемых начальником артиллерии бригады при его участии в работе группы планирования огневого поражения противника; разработка способов выполнения боевых задач артиллерией, в первую очередь, порядка огневого поражения противника.

Специфика боевых действий во внутреннем вооруженном конфликте значительно затрудняет, а во многих случаях (особенно до начала боевых действий) делает невозможным точное определение состава группировок противника, поражение которым предстоит нанести в ходе выполнения тактических задач (последовательно либо одновременно). Поэтому оценку возможного объема огневых задач, возлагаемых на артиллерию, целесообразно проводить на этапе организации боевых действий артиллерии, а уточнять его непосредственно перед выполнением каждой тактической задачи во внутреннем вооруженном конфликте. Это позволяет:

во-первых, вырабатывать предложения начальника артиллерии бригады командиру бригады по боевому применению артиллерии, в части касающейся общей потребности в артиллерийских боеприпасах во внутреннем вооруженном конфликте;

во - вторых, проводить детальные расчеты при планировании огневого поражения противника артиллерией непосредственно перед выполнением каждой тактической задачи в ходе во внутреннего вооруженного конфликта - обосновывать целесообразный порядок огневого поражения противника в

тактической задаче.

Таким образом, одной из основных задач является обоснование объема огневых задач артиллерии при участии в выполнении тактических задач бригадой, становится обеспечение начальника артиллерии бригады научно-методическими положениями для обоснования рациональных степеней поражения основных объектов группировки противника (для различных этапов внутреннего вооруженного конфликта) [1].

Особую значимость имеет приоритетность поражения целей артиллерией.

Так, на этапе локализации зоны вооруженного конфликта артиллерия во взаимодействии с авиацией участвует в огневом поражении противника в целях установления разведывательно-огневого контроля над территорией, определенной в боевой задаче бригады, и создании условий для выдвижения и развертывания бригады в район конфликта. Приоритетными объектами поражения на этом этапе являются: пункты управления, объекты информационного воздействия на население (теле- и радиоцентры, ретрансляционные пункты), узлы связи; артиллерийские орудия, минометы, системы залпового огня; зенитные средства, важные для противника объекты инфраструктуры и обеспечения.

Непосредственно в ходе выдвижения бригады в район конфликта на первом этапе выступает задача надежного подавления противника в опорных пунктах и в местах засад вдоль маршрутов следования войск. При нападении противника на колонну артиллерия должна нанести ему огневое поражение и создать выгодные условия для выхода колонны из-под обстрела. Для этого целесообразно заблаговременно подготовить участки сосредоточенного огня, огонь по отдельным целям на вероятных путях выдвижения и отхода противника, по вероятным местам засад боевых групп противника на пути следования колонн в горных проходах, на перевалах, на господствующих высотах. В случае, когда характер местности не позволяет определить места расположения противника или направления его возможных действий, вдоль потенциально опасных участков маршрута целесообразно готовить рубежи неподвижного заградительного огня в виде «огневого коридора».

При определении объема огневых задач учитывают не только достоверно разведанные цели, но и возможные объекты огневого поражения противника (потенциально опасные). Исходя из тактики действий противника, возможное количество боевых групп в засадах на маршрутах выдвижения может составить до 5-6 на главном направлении действий войск и до 1-2 на другом направлении, а количество предполагаемых мест засад, кроме того, соответственно, до 10-12 и до 2-4.

На втором этапе внутреннего вооруженного конфликта при расширении контролируемой территории путем огневого разгрома незаконных вооруженных формирований, артиллерия совместно с авиацией поражает вновь обнаруженные средства дальнего огневого поражения противника; восстановившие боеспособность и вновь обнаруженные командные пункты, узлы связи; базы и центры подготовки; склады; незаконные вооруженные формирования, пытающиеся прорваться из локализованной зоны и подходящие извне. При ликвидации противника в базовых районах (населенных пунктах) приоритетными задачами для артиллерии являются: поражение живой силы и огневых средств на переднем крае и в глубине обороны; разрушение долговременных оборонительных сооружений и зданий, приспособленных к обороне; уничтожение отдельных огневых точек (в т.ч. позиций снайперов) [1].

Важнейшим моментом внутреннего вооруженного конфликта, потребующим наибольшего привлечения ресурса артиллерии, является одновременное выполнение разнородных тактических задач в ходе второго этапа внутреннего вооруженного конфликта при расширении контролируемой территории в зоне ответственности бригады.

На третьем этапе внутреннего вооруженного конфликта, при установлении контроля над территорией, освобожденной от противника, основными объектами огневого поражения противника артиллерией в зоне ответственности бригады являются живая сила и огневые средства на разведанных или предполагаемых позициях перед рубежами блокирования на глубину досягаемости основной массы стрелкового оружия противника, перед рубежами поиска при проведении поисковых действий; на маршрутах выдвижения и рубежах налета на позиции блокирования наших войск, а также боевые группы противника при отходе.

Эффективным способом действий наших войск, приводящим к нарушению устойчивости обороны противника, является применение тактического воздушного десанта. При высадке тактического воздушного десанта приоритетными объектами для поражения артиллерией являются зенитные средства противника на разведанных или предполагаемых позициях в полосе пролета десанта и в районе высадки. Непосредственно перед высадкой тактического воздушного десанта реактивная артиллерия, ведет огонь по району высадки в целях недопущения противодействия со стороны противника высадке десанта. Во время артиллерийской поддержки тактического воздушного десанта артиллерия в готовности к ведению неподвижного заградительного огня по периметру района высадки [1].

Анализ содержания и возможного количества огневых задач артиллерии по этапам боевых действий во внутреннем вооруженном конфликте позволяет сделать вывод о том, что артиллерии бригады предстоит решать достаточно большое количество различных по характеру огневых задач. Такое многообразие задач требует обобщенной характеристики их совокупности в интересах планирования огневого поражения противника, особенно на начальном этапе организации боевых действий [2].

В качестве обобщенной характеристики объема огневых задач рационально использовать математическое ожидание (МОЖ) степени снижения боевого потенциала группировки противника, определяемое по формуле:

$$W_{Г} = \frac{\sum_{i=1}^{m} W_{ОЗ}}{П_{Г}}, \qquad (1)$$

где m - количество планируемых огневых задач;

$W_{ОЗ}$ – МОЖ степени снижения боевого потенциала группировки противника, достигаемая при выполнении i-й огневой задачи;

ПГ **-** боевой потенциал группировки противника до воздействия по ней средств поражения.

При такой постановке вопроса огневые возможности артиллерии бригады, участвующей во внутреннем вооруженном конфликте, могут быть представлены как максимум объема огневых задач, который может быть выполнен артиллерией в конкретных условиях боевой обстановки [3].

Начальник артиллерии бригады при подготовке предложений по боевому применению артиллерии во внутреннем вооруженном конфликте исходит из ее огневых возможностей. Поэтому для формализации задачи определения огневых возможностей артиллерии бригады введем следующие обозначения:

– количество направлений действий подразделений бригады или решаемых тактических задач (n);

– количество типов боеприпасов, применяемых артиллерийскими подразделениями во внутреннем вооруженном конфликте (k);

– количество типов объектов в группировке противника (m);

– ожидаемое количество объектов i-го типа на n-м направлении (в тактической задаче) – (n_{l_i});

– ожидаемая степень вскрытия объектов i-го типа на n-м направлении (в тактической задаче) –($P_{ВСК l_i}$);

– коэффициент важности (боевой потенциал) объекта i-го типа (A_i).

С учетом принятых обозначений МОЖ снижения боевого потенциала группировки противника во внутреннем вооруженном конфликте определяется по выражению

$$W_{Г} = \sum_{l=1}^{n} W_{Г l_i},$$

$$W_{Г_l} = \sum_{i=1}^{m} A_i \; n_{l_i} \; P_{ВСК \; l_{i_i}} W_{ОЗ l_i}, \qquad (2)$$

где $W_{Г_l}$ – МОЖ снижения боевого потенциала группировки противника на n-м направлении (при выполнении тактической задачи);

$W_{ОЗ l_i}$ – МОЖ снижения боевого потенциала группировки противника при назначении i-го объекта на n-м направлении (при выполнении тактической задачи).

С учетом выражения (2) постановка задачи по определению огневых возможностей артиллерии бригады во внутреннем вооруженном конфликте сводится к следующему.

Найти такой вектор распределения выделенных на специальную операцию боеприпасов

$$N_{O} = \left\{ N_{Oij}, \; i = 1, \; 2, \; ..., \; m, \;\; j = 1, \; 2, \; k; \;\; N_{Oij \geq 0} \right\},$$

который обеспечит максимальное значение целевой функции вида

$$U = \max W_{Г} = \max \sum_{i=1}^{n} \sum_{i=1}^{m} A_i n_{l_i} P_{вск l_i} W_{оз l_i}$$

$$Nвыд_{J} \qquad Nвыд_{J}$$

с учетом ограничений по решению задачи

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{m} n_i P_{ВСК_i} N_{ij} \le N_{выд_j}, \quad j = 1,2,...k \\ N_{ij} \ge 0 \end{cases}$$

где $W_{ОЗ l_i}$ - ущерб, наносимый объекту i-го типа при выполнении огневой

задачи с расходом N_{ij} боеприпасов на n-м направлении (при выполнении тактической задачи);

$N_{выд_j}$ - количество боеприпасов j-го типа, выделенных на специальную операцию. [3]

В силу того, что огневые возможности артиллерии бригады выражаются в расчетных боеприпасах, для решения данной задачи применяется математический метод отыскания экстремума непрерывных функций для однородного ресурса (метод неопределенных множителей Лагранжа).

Предложенный подход к определению объема огневых задач и огневых возможностей артиллерии имеет следующие преимущества по сравнению с существующим:

– позволяет выработать практические рекомендации начальнику и отделению артиллерии штаба бригады по обоснованию характера и объема огневых задач, возлагаемых на артиллерию при выполнении бригадой тактических задач во внутреннем вооруженном конфликте;

– упрощает работу начальника артиллерии бригады, исходя из максимальной реализации огневых возможностей артиллерии при планировании ОПП артиллерией.

Вывод. Предложенное обоснование объема огневых задач, возлагаемых на артиллерию при участии в выполнении тактических задач бригадой в во внутреннем вооруженном конфликте, позволит выработать практические рекомендации по общему порядку и основному содержанию планирования боевых действий артиллерии начальником артиллерии и элементу алгоритма работы начальника артиллерии при подготовке предложений командиру бригады по боевому применению артиллерии во внутреннем вооруженном конфликте.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Усиков А.В. и др. «Военное искусство в локальных войнах и вооруженных конфликтах»: Монография. М.: ВИ, 2008. – 588 с.

[2] Военно-теоретический труд «Оценка эффективности огневого поражения ударами ракет и огнем артиллерии». С-Пб., Региональное отделение АВН, 2006. – 421 с.

[3] Барковский А.Ф. «Теоретические основы управления ударами и огнем ракетных войск и артиллерии». СПб: МВАА, 2005. – 459 с.

[4] Военная энциклопедия. Том 4.М.: ВИ, 2002. – 542 с.

Оркушпаев Е.

Ғылыми-әдістемелік ережелер көлемінің негіздемесі от міндеттерді артиллерия қатысу кезінде орындау тактикалық міндеттерді бригадасы ішкі қарулы қақтығыс

Түйіндеме: мақсаты мен міндеттері - баяндау, ғылыми-әдістемелік ережелерін негіздеу көлемінің от міндеттерді артиллерия қатысу кезінде орындау тактикалық міндеттерді бригада контртеррористік операциялар. Ұсынылған ғылыми-әдістемелік ережелер мүмкіндік береді әзірлеу бойынша тәжірибелік ұсыныстар жалпы тәртібіне және негізгі мазмұны жоспарлау, жауынгерлік іс-қимылдар артиллерия бастығы артиллерия және элемент алгоритм жұмыс артиллерия бастығының ұсыныстарды дайындау кезінде, бригада командиріне жауынгерлік қолдану артиллерия ішкі қарулы қақтығыс.

Негізгі сөздер: атыс міндеттерінің көлемі, ішкі қарулы жанжал, тактикалық міндеттер, заңсыз қарулы қалыптастыру.

Orkushpayev Y.

Research and methodological provisions of artillery fire missions scope reasoning in the performance of tactical tasks by the brigade at the internal armed conflict

Summary: the purpose and objectives of the article is the presentation of research and methodological provisions of fire missions scope reasoning by the brigade performing tactical tasks in the counter-terrorism operation. Proposed research and methodological provisions will allow to produce recommended practices regarding general order and the main planning points of artillery military operations by the artillery officer and the operating procedure element of the artillery officer to make proposals to the brigade commander of the artillery application at the internal armed conflict.

Key words: fire missions scope, internal armed conflict, tactical tasks, illegal armed groups.

УДК 625.768.5

V. Kuchin, V. Yurchenko, O. Zharkevich, S. Ivanov
(Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan)
E-mail: zharkevich82@mail.ru

INVESTIGATIONS OF EXISTING SYSTEMS AND DEVELOPMENT THE PRINCIPLES OF A NEW SYSTEM FOR SNOW MASS UTILIZATION

Abstract. The problems of snow masses utilization and provision of water resources for single-industry towns and villages are considered. The advantages and disadvantages of existing plants for snow removal are in considered the world. The snow melting plant is based on the principle of dispersing the snow mass and its subsequent heating without the use of liquid and gaseous fuels with the use of vortex flows. As a disperser, a screen with a three-level set of screens is used. To melt the dispersed snow mass is used a swirling hot air stream from the heat gun. The new melting scheme of snow mass reduces plant noise, increases productivity, replenishes water resources, gives the opportunity to use in the field. The principal technological scheme of snow utilization is shown in the article. The snow melting plant and the snow utilization scheme allow to improve the ecological situation and to concentrate water reserves.

Key words: snow melting plant, disperser, snow mass, utilization

В.Н. Кучин, В.В. Юрченко, О.М. Жаркевич, С.С. Иванов
(Карагандинский государственный технический университет, Караганда, Казахстан)
E-mail: zharkevich82@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ И РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНО НОВОЙ СИСТЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ СНЕЖНЫХ МАСС

Аннотация: Рассмотрены проблемы утилизации снежных масс и обеспечения водными ресурсами моногородов и сел. Рассмотрены достоинства и недостатки существующих установок для уборки снега в мире. Установка по уборке снега основана на принципе диспергирования снежной массы и последующего ее нагрева без использования жидкого и газоообразного топлива с применением вихревых потоков. В качестве диспергатора используется грохот с трехуровневым набором сит. Для расплавления диспергированной снежной массы используется завихренный горячий поток воздуха из тепловой пушки. Новая схема плавления снежной массы снижает шум установки, увеличивает производительность, пополняет водные ресурсы, дается возможность использования в полевых условиях. В статье приведена принципиальная технологическая схема утилизации снега. Снегоплавильная установка и схема утилизации снега позволяют улучшить экологическую обстановку, концентрировать запасы воды.

Ключевые слова: снегоплавильная установка, диспергатор, снежная масса, утилизация

Особенности климатических условий Республики Казахстан таковы, что для большинства областей наиболее проблемными вопросами являются зимнее содержание автомобильных дорог и городских улиц, их чистка, в целях предотвращения образования снежных заторов, наледи. В зимний, а также частично в осенний и весенний сезоны происходит существенное изменение состояния их поверхности, что вызывает усложнение условий движения автомобилей.

Мировая практика предполагает несколько видов обслуживания автомобильных дорог и городских улиц в периоды времени сопряженные с образованием снежного покрова, которые заключаются в следующем: очистка поверхностей, сбор, вывоз и утилизация естественным методом на снегосвалках и снегохранилищах; воздействие на снежные массы реагентами искусственного и естественного происхождения, с последующим удалением посредством системы городской канализации и коллекторов [1].

С ростом городов создание снегосвалок и снегохранилищ, способных вместить требуемое количество снега, является весьма проблематичным. При этом, так как же необходимо учитывать влияние большого количества тающей снежной массы в весенний период на экологию. Стихийное разлитие воды ведет к созданию заболоченных участков, которые зачастую не пригодны для дальнейшего использования без предварительных ирригационных работ, в виду того, что снежные массы являются адсорбентом взвешенных веществ, хлоридов и ионов тяжелых металлов, их складирование и хранение повышает риск проникновение больших объемов потенциально опасных веществ в верхние слои почв и подземные воды [2, 3, 4, 5].

В виду представленных выше обстоятельств к настоящему моменту в некоторых странах, таких как Канада, США, Россия производится внедрение в процесс уборки улиц зимой систем непрерывной утилизации снежной массы.

Использование систем утилизации позволяет перерабатывать снежные массы непосредственно в черте города и решать следующие проблемы: снижение затрат на транспортные расходы, за счет сокращения расстояния до места переработки; уменьшение количества вредных примесей и твердого мусора в получаемой

воде, путем использования фильтрующих элементов; упрощается контроль стока воды. Создание локальных хранилищ позволит сливать воду не в канализацию, а в указанные хранилища для использования ее, как юридическими, так и городскими службами.

Аналогов в Республике Казахстан не существует, разработка таких комплексов решит проблему импортозамещения, уборки снега и проблему обеспечения водными ресурсами моногородов и сел.

Рассмотрим достоинства и недостатки существующих мировых аналогов. Одним из самых крупных производителей установок для утилизации снежных масс (снеготаятельных установок или снеготаялок) является канадская фирма «TRECAN». Помимо канадской компании «TRECAN» в США в настоящее время производят и эксплуатируют снеготаялки трёх компаний: «SRS Snow Removal Systems», «Snow Dragon, LLC» и «Michigan Melters».

Технология расплавления снега в снеготаялках компании «TRECAN» с использованием погружных горелок обеспечивает наиболее эффективный термический процесс при сгорании топлива (КПД 95-98%). В погруженной в воду горелке происходит непосредственный контакт горящего пламени с водой в снегоплавильной камере, что практически исключает потери тепла.

Конструкции снеготаялок разработаны так, что в снегоплавильной камере находятся только погружные горелки, различной конструкции. Применение Г-образных горелок обеспечивает также и «сухой запуск», т.е. без предварительного заполнения камеры водой [6].

Вместо насоса в снеготаялках «TRECAN» используется тепловой подъём воды, происходящий от прямого контакта пламени — раскалённого газа из погружной горелки с водой. Этот эффект не только обеспечивает выброс горячей воды из наружной трубы горелки на скопление снега при его загрузке, но и интенсивно перемешивает воду со снегом в снегоплавильной камере, что значительно увеличивает производительность снеготаялки. Вместе с тем при использовании погружных горелок требуются камеры сгорания небольшой длины (1 - 1,4 м), что не дает полного сгорания топлива и приводит к выносу несгоревших частиц в талую воду и появлению соответствующего сильного запаха в зоне работы снеготаялки. Это было отмечено при эксплуатации снеготаялок TRECAN в г. Москве. К недостаткам использования погружных горелок следует отнести необходимость предварительного заполнения бункера водой, что не всегда удобно в условиях эксплуатации.

Смонтированные в снеготаялках этих фирм центробежные насосы для циркуляции воды и равномерной поливки загруженного снега, быстро выходят из строя из-за песка, находящихся в загружаемой снежной массе.

В последние годы в связи с необходимостью создания и внедрения новых эффективных технологий и машин для утилизации снежных масс, образующихся при снегоочистке городских автомагистралей и территорий, к проблеме создания и организации производства снегоплавильных установок проявили интерес российские разработчики и промышленные предприятия [1, 7].

Так на основе принципиальной схемы снеготаялки «Snow Dragon, LLC» компания «ВТК-Пром» (г. Красногорск Московской области) разработала и начала выпуск снеготаялки СПУ — 10.

Составными частями этой установки являются: теплогенерирующий агрегат (газовая или дизельная горелка), расположенный в отдельном корпусе; емкость для загрузки снега; зона фильтрации и слива талой воды [8]. Поток горячих отработавших газов от горелки направляется по теплообменнику змеевидной формы, установленному горизонтально относительно емкости для снега. Нагретый газ, двигаясь в турбулентном потоке, создаваемом благодаря особенностям внутренней конструкции теплообменника, нагревает стенки теплообменника, которые передают тепло воде (снегу), находящейся вокруг теплообменника. Нагретые слои воды создают восходящий поток, который переносит теплую воду и передает тепло загруженному снегу.

Эти снеготаялки имеют существенный недостаток — из-за малых промежутков между трубчатыми нагревателями ограничен доступ к накопившемуся под ними мусору, песку и щебня мелкой фракции, которым обрабатываются в г. Москве дворы, тротуары и магистрали при низких температурах. Процесс этот очень трудоёмкий и большая часть снеготаялок простаивают на производственных базах дорожных организаций.

Дальнейшим развитием системы утилизации снега в г. Москве является внедрение положительного, полученного в зимний период опыта использования передвижных снеготаялок конструкции института ВНИИстройдормаш.

На основе анализа действующих в городе технологических регламентов снегоочистки городских территорий, действующих экологических нормативов, существующих конструкций снегоплавильных установок, выпускающихся ведущими мировыми производителями этой техники институтом ВНИИстройдормаш разработан ряд передвижных снегоплавильных установок, включающий в себя четыре типоразмера по их технической производительности: 20 м^3, 60 м^3, 100 м^3 и 200 м^3 (и более) расплавляемого снега в час.

Преимуществом российских снеготаялок перед западными является возможность работы снеготаялок, как в автономном режиме, для чего они снабжены собственными бортовыми электростанциями, так и от имеющихся в месте их расположения электрических сетей, что снижает себестоимость утилизации снега и значительно уменьшает уровень излучаемого шума.

Помимо рассмотренных проблем существующие установки, имеют такие недостатки как большой расход топлива и выброс выхлопных газов, высокий уровень шумового загрязнения [9, 10].

Для решения этих проблем, с учетом отсутствия аналогов в Республике Казахстан, авторами предлагается проект, реализация которого коренным образом позволит изменить ситуацию в переработке снега и пополнении водных ресурсов в Казахстане. Утилизация снега будет производится установками, на основе принципа диспергирования снежной массы и последующего ее нагрева без использования жидкого или газообразного топлива с применением вихревых потоков. Ее применение существенно снизит энергетические затраты на переплавку до 50-70% и исключит вредные выбросы в атмосферу. Предлагаемая конструкция комплекса будет иметь значительно меньшие шумовые характеристики за счет снижения мощности привода, что также позволит устанавливать и проводить очистные работы непосредственно в жилых массивах и в ночное время суток.

Результаты проекта могут быть применимы не только для моногородов и сел Казахстана, но и в его отдаленных и труднодоступных местах, а также в сельском хозяйстве при утилизации снежных масс и создании локальных водохранилищ для орошения полей и угодий.

Разрабатываемый в проекте комплекс может быть адаптирован к различным условиям применения в Республике Казахстан и за рубежом, что повышает значимость проекта на национальном и международном уровне.

Экономическая и индустриальная заинтересованность определяется необходимостью в обязательной уборке снега в районах Казахстана, России, Европы, Китая, США, Канады. Плавление снега является реальной экономически выгодной альтернативой вывозу снега и может сохранить заказчикам более 70% от их регулярных бюджетов на борьбу со снегом [11], что определяет экономическую заинтересованность в реализации проекта. Заинтересованность дает предпосылки для использования предлагаемых комплексов как собственно предприятиями, так и лицами, которые могут быть организованы как отдельные предприятия по утилизации снега [12]: аэропорты городов; предприятия по обслуживанию дорог республиканского и регионального значения; отдельные кооперативы собственников квартир городов; жилые массивы с частными застройками; крупные торговые, спортивно-оздоровительные, зрелищно-развлекательные центры с большими площадями автостоянок, разгрузочно-погрузочных, складских и других площадок; промышленные предприятия; сельскохозяйственные районы.

Социально важным направлением является использование комплексов для восполнения водных ресурсов в снежные периоды на отдаленных территориях, что особенно актуально Республики Казахстан. Для чего предлагается переплавка снега на территории снегозадержания и слив воды в специализированные хранилища. Это решит проблему обеспечения технической и бытовой водой, в том числе в отдаленных и труднодоступных районах. Комплекс является экологически безопасным и решит проблемы экологии и рационального природопользования.

Отличительные особенности комплекса: принципиально новая схема плавления снежной массы; сокращение мощности процесса плавления в 2-3 раза; уменьшение вредных выбросов в атмосферу; снижение шума; увеличение производительности; простота конструкции; безопасность; меньшая стоимость комплекса; низкая себестоимость; возможность создания конструкций для различных условий эксплуатации от частных дворов до промышленных площадок; использования в удаленных полевых условиях; применения для пополнения водных ресурсов; конкурентоспособность; простота производства; высокая степень коммерциализации.

При разработке комплекса будут учтены условия эксплуатации и возможность использования стандартных конструкций и комплектующих.

Основой комплекса является диспергатор и тепловая вихревая установка [13]. В качестве диспергатора предлагается использовать грохот с трехуровневым набором сит для грубой и тонкой диспергации (разрушения снежной массы до размеров снежинок или мелких хлопьев).

На основе проведенных исследований предлагается следующая принципиальная схема диспергатора в комплексе с тепловой вихревой установкой (рисунок 1).

Вне зависимости от схемы уборки снега комплекс устанавливается либо стационарно возле места уборки, либо на самой уборочной машине после подающего конвейера.

Расплавление диспергированной снежной массы происходит за счет завихренного горячего воздушного потока из стандартной тепловой пушки [14]. Образование теплового потока происходит в рядных плоских трубах за счет щелеобразных отверстий, форма которых обеспечивает создание вихреобразования. Количество труб, их высота, а также расстояние, между ними определено исходя из скорости падения снежной массы, времени полного преобразования ее в водную массу.

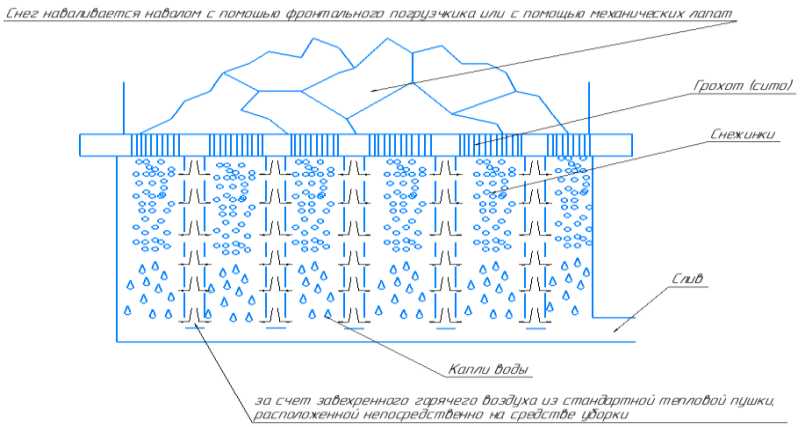


Рис.1. Принципиальная схема диспергации и плавления

Предлагаемое решение позволяет увеличить скорость плавления, а, следовательно, и производительность установки в различных условиях эксплуатации. Расплавленная снежная масса скапливается в бункере и затем попадает на следующую стадию переработки – фильтрацию.

Использование систем утилизации позволяет перерабатывать снежные массы непосредственно в черте города решать следующие проблемы: снижение затрат на транспортные расходы, за счет сокращения расстояния до места переработки; уменьшение количества вредных примесей и твердого мусора в получаемой воде, путем использования фильтрующих элементов; упрощается контроль стока воды. Создание локальных хранилищ позволит сливать воду не в канализацию, а в указанные хранилища для пользования ее, как юридическими, так и городскими службами. Была сформирована оптимальная принципиальная технологическая схема комплекса, представленная на рисунке 2.

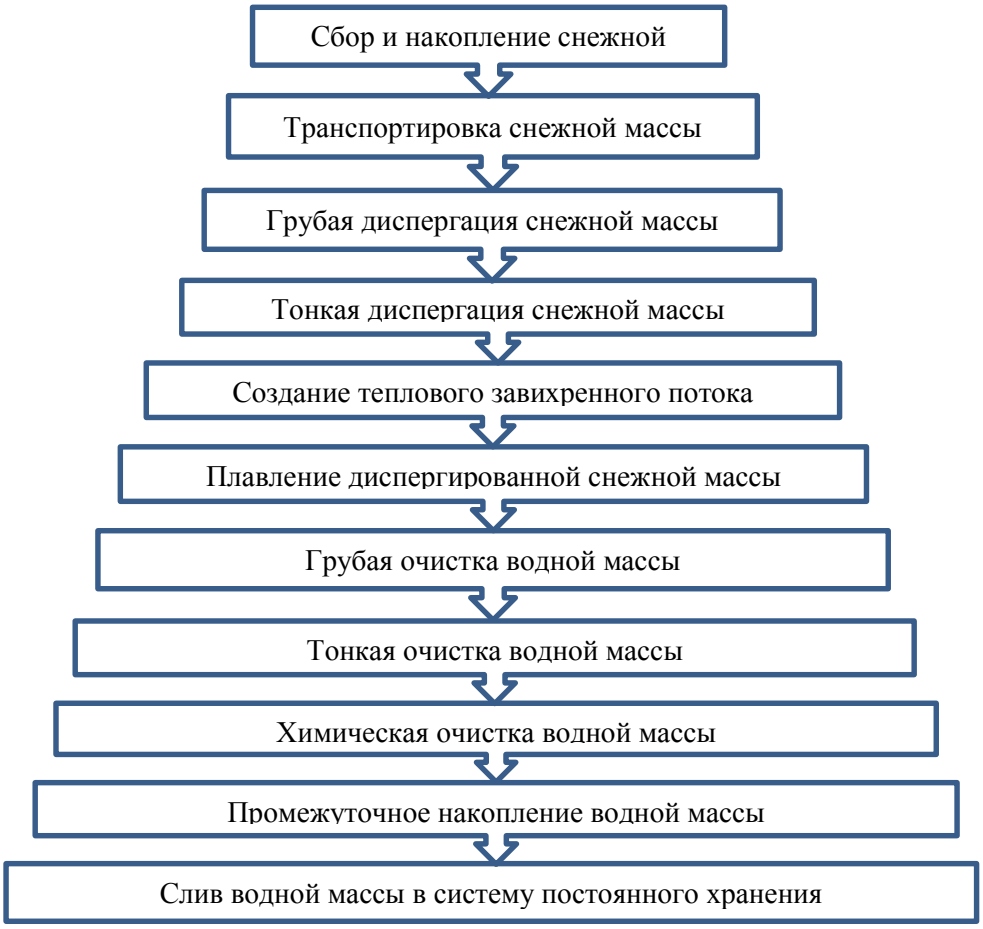


Рис.2. Принципиальная технологическая схема утилизации

Разработка и выбор оптимизированной схемы утилизации снежных масс и восполнения водных ресурсов позволит улучшить экологическую обстановку как в зимний, так и весенний периоды и будет являться основой для создания организованных хранилищ и позволит концентрировать запасы воды для собственных нужд, нужд моногородов и сел. Это решит проблему обеспечения технической и бытовой водой, в том числе в отдаленных и труднодоступных районах. Создание дополнительных снегозадержаний и принудительная утилизация снега дадут дополнительные возможности по обеспечению формирования запасов водных ресурсов для животноводческих и сельскохозяйственных нужд, расположенных в дали от природных или искусственных водных источников [15].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Твердохлебов В. А. Снегоплавильная установка // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. – 2013. - №4. - С.62 - 67.

[2] Иванченко Н. Л., Чагина Н. Б. Накопление подвижных форм тяжелых металлов в снеговых выпадениях архангельского промузла и с. Порог Онежского района Архангельской области // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Естественные науки. - 2013. - №1. – С. 51 - 59.

[3] Яскина О. Л., Янченко Н. И. Особенности химического состава снежного покрова и атмосферных осадков в городе Братске // Известия ТПУ, - 2014. - Т. 324, № 3: Химия и химические технологии. - С. 27 - 35.

[4] Пермяков П. П. Влияние паводковой воды и нефтяного загрязнения на тепло-массообменный режим грунта // Вестник ТГУ. - 2004. - №284. – С. 242 - 245

[5] Xiaodong Wang, Knut Kvaal, Harsha Ratnaweera. Characterization of influent wastewater with periodic variation and snow melting effect in cold climate area //Computers & Chemical Engineering. - 2017. - Volume 106. – P. 202 - 211.

[6] Melvin K. Rodenhurst, Beei-Huan Chaoa, Peter B. Sunderland, Richard L. Axelbaum. Structure and extinction of spherical burner-stabilized diffusion flames that are attached to the burner surface // Combustion and Flame, - 2018. - Volume 187. – P. 22 – 29.

[7] Huining Xua, Dawei Wangab,Yiqiu Tana, Jing Zhoua, Markus Oeser. Investigation of design alternatives for hydronic snow melting pavement systems in China //Journal of Cleaner Production. – 2018. - Volume 170. – P. 1413 - 1422.

[8] Борисюк Н.В. Утилизация снежной массы в городе (на примере Москвы) // Дорожная техника, №3, 2004. – С.13 – 17.

[9] Полищук М.И. Зимняя снегоуборка как фактор влияния на окружающую среду // Геоэкология урбанизированных территорий. Сб. тр. Центра Практической Геоэкологии. - М.: ЦПГ, 1996. – 108 с.

[10] Пупырев Е.И. Комплексная модернизация объектов жизнеобеспечения современного мегаполиса. - М.: Изд-во "Академия коммунального хозяйства", 2013. - 344 с.

[11] I-Hsuan Hoa, Mark Dickson. Numerical modeling of heat production using geothermal energy for a snow-melting system // Geomechanics for Energy and the Environment. – 2017. - Volume 10. - P. 42 - 51

[12] Гогина, Е. С. Основы метода проектирования снегоплавильных сооружений с учётом критериев экологической безопасности / Е. С. Гогина, Н. Л. Дерюшева // Вода и экология: проблемы и решения. – СПб.: Изд–во ЗАО

«Водопроект - Гипрокоммунводоканал», 2016. – № 2 – С. 58 - 64.

[13] Feng Wua, Weiwei Gaoa, Jiejie Zhanga, Xiaoxun Maa, Wenjing Zhou. Numerical analysis of gas-solid flow in a novel spouted bed structure under the longitudinal vortex effects // Chemical Engineering Journal. – 2018. - Volume 334, P. 2105 – 2114.

[14] Основы теории тепловых процессов и машин. Часть II. / Под ред. Н.Е Александрова - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. - 571 с.

[15] Пупырев, Е. И. Системы жизнеобеспечения городов / Е. И. Пупырев. – М.: Наука, 2006. – 247 с.

Кучин В.Н., Юрченко В.В., Жаркевич О.М., Иванов С.С.

Қар жабындарын кәдеге жаратудың қолданыстағы жүйесін зерттеу және жаңа жүйені әзірлеу

Резюме: Қар жабындарын кәдеге жарату мәселелері мен моноқалалар мен ауылдарды су ресурстарымен қамтамасыз ету мәселелері қарастырылды. Әлемдегі қарды жинауға арналған қолданыстағы қондырғылардың артықшылықтары мен кемшіліктері қарастырылды. Қарды жинауға арналған қондырғы қар массасын диспергирлеуге негізделген және құйынды ағындарды пайдалана отырып, сұйық және газ тәрізді отынды қолданбай, кейіннен оны қыздырады. Диспергатор ретінде үшдеңгейлі елеуіштер жиынтығы бар елек пайдаланылады. Диспергирленген қар жабындарын еріту үшін жылу зеңбіректерінен шыққан құйындатылған ыстық ауа ағыны пайдаланылады. Қар жабындарын ерітудің жаңа сұлбасы қондырғының шуын азайтады, өнімділікті арттырады, су ресурстарын толықтырады, далалық жағдайда пайдалануға мүмкіндік беріледі. Мақалада қарды кәдеге жаратудың жаңа технологиялық сұлбасы келтірілген. Қарды еріту қондырғысы және қарды кәдеге жарату сұлбасы экологиялық жағдайды жақсартуға, су қорларын шоғырландыруға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: қарды еріту қондырғысы, диспергатор, қар массасы, кәдеге жарату

Y. Orkushpayev

SOME FEATURES OF THE ARTILLERY COMBAT EMPLOYMENT IN AN INTERNAL RMED CONFLICT

Abstract: the article describes the features of the combat employment of artillery in the internal armed conflict, especially the fire defeat of the enemy using artillery, as well as the actions of artillery units in the performance of combined arms formations of various tactical missions.

Key words: artillery units, fire defeat of the enemy, illegal armed groups, destruction targets, artillery preparation of the offensive, artillery support of the attackers, military intelligence, tactical airborne assault.

Е. Оркушпаев
(Военный институт Сухопутных войск
Алматы, Республика Казахстан, E-mail: evgeniorkushpaev@mail.ru)

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ БОЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ АРТИЛЛЕРИИ ВО ВНУТРЕННЕМ ВООРУЖЕННОМ КОНФЛИКТЕ

Аннотация: в статье изложены особенности боевого применения артиллерии во внутреннем вооруженном конфликте, прежде всего огневое поражение противника артиллерией, а также действия артиллерийских подразделений при выполнении общевойсковыми формированиями различных тактических задач.

Ключевые слова: артиллерийские подразделения, огневое поражение противника, незаконные вооруженные формирования, объекты поражения, артиллерийская подготовка наступления, артиллерийская поддержка наступающих войск, разведка, тактический воздушный десант.

Введение. Артиллерийские формирования при выполнении задач общевойсковыми соединениями, частями могут применяться в составе группировки войск по изоляции района вооруженного конфликта, ударной группировки войск, группировки войск по контролю территории в зонах ответственности, а также могут привлекаться для выполнения других задач.

С учетом того, что общевойсковые формирования, как правило, будут вести боевые действия усиленными подразделениями и одновременно решать несколько разноплановых задач, артиллерийские формирования распределяются между ними в соответствии с решаемыми задачами. По опыту чеченских кампаний в интересах повышения самостоятельности общевойсковых формирований - из расчета один дивизион (батарея) на батальон (роту) [1].

Огневое поражение незаконных вооруженных формирований (НВФ) в вооруженном конфликте осуществляется: общее - нанесением отдельного огневого удара (по мере необходимости) и разведывательно-огневыми действиями; непосредственное (в зависимости от выполняемых тактических задач) - сопроводительными, блокирующими и заградительными огневыми действиями в сочетании с радиоэлектронным подавлением. Огневое поражение наносится с учетом обеспечения безопасности мирного населения и сохранения важных элементов инфраструктуры.

В вооруженных конфликтах результаты огневого поражения противника могут быть решающими для достижения военно-политических целей без использования сухопутных группировок.

Огневое поражение НВФ артиллерией при выдвижении войск в район вооруженного конфликта (в район боевых действий) проводится в ходе сопроводительных огневых действий, которые начинаются в назначенное время и заканчиваются с окончанием выполнения задачи (выдвижения). В них участвуют артиллерийские подразделения из состава временных или стационарных сторожевых застав, комендатур, а также артиллерийские подразделения из состава колонн главных сил выдвигающейся группировки войск. Огонь открывают по команде командира сторожевой заставы в случае обнаружения НВФ или по вызову командиров выдвигающихся подразделений при нападении на колонну[1].

Основными объектами поражения являются боевые группы и огневые средства противника в районах сосредоточения, местах засад и на путях их отхода. На опасных участках маршрута сосредоточенный и заградительный огонь артиллерии подготавливают заблаговременно [1].

Анализ операций, проведенных в Северо-Кавказском регионе в 1994-1996 и 1999-2001 гг. объединенными (разноведомственными) группировками войск и боевых действий артиллерии в них показал, что не только в локальных и других типах войн, но и в вооруженных конфликтах артиллерия выполняет значительную часть объема огневых задач. Так, по данным групп планирования поражения противника объединенной группировки войск, долевое участие реактивной артиллерии составляло до

12%, ствольной артиллерии – до 38% от общего количества выполняемых огневых задач. В ходе проведения контртеррористических операций на территории Северо-Кавказского региона убедительно подтверждены роль огневого поражения и его решающее влияние на достижение целей, поставленных перед группировками войск [4].

Наглядным примером роли огневого поражения может служить овладение населенным поселком Горагорский, когда вместо штурма населенного пункта было принято решение провести огневой разгром противника. В результате реализации данного решения потери наших войск соста вили 1 человек, а потери ИВФ около 250 человек[4].

Огневое поражение НВФ артиллерией при блокировании районов проводится в ходе блокирующих огневых действий и отдельного огневого удара, проводимых по мере необходимости в целях обеспечения беспрепятственного выдвижения и развертывания общевойсковых подразделений на господствующих высотах и блокирующих позициях.

В ходе блокирующих огневых действий артиллерийские подразделения в установленное время проводят огневые налеты по разведанным и предполагаемым позициям противника при выдвижении общевойсковых формирований к рубежу блокирования по всему периметру блокируемого района. Последний огневой налет проводится по позициям противника перед рубежом блокирования.

Он начинается не позднее выхода блокирующих подразделений к рубежу досягаемости основных огневых средств НВФ и ведется до завершения занятия подразделениями рубежа блокирования.

После занятия рубежа блокирования перед позициями своих войск, на флангах и в промежутках между позициями подготавливают участки сосредоточенного и рубежи заградительного огня[1].

По опыту вооруженного конфликта в Северо-Кавказском регионе, было установлено, что после занятия района сосредоточения (базового района) войсками возникала задача об их «ограждении» от возможных нападений НВФ. С этой целью штатная и приданная артиллерия общевойсковому соединению выполняла задачи по огневому окаймлению занимаемых районов. Огневое окаймление осуществлялось ведением заградительного и сосредоточенного огня на возможных направлениях действий НВФ и по участкам местности вокруг прикрываемого района (объекта).

В ходе боевых действий в г. Грозном оно успешно было применено для поддержки общевойсковых подразделений в районе железнодорожного вокзала, а также у населенных пунктов Гехи, Урус-Мартан, со стороны которых ожидалось нападение НВФ.

Огонь по разведанным орудиям, минометам, боевым машинам реактивной артиллерии, зенитным средствам и пунктам управления противника ведется в ходе разведывательно-огневых действий специально выделенными подразделениями артиллерии на всю глубину блокируемого района[4].

К ведению блокирующих и разведывательно-огневых действий привлекается штатная, приданная и поддерживающая бригаду артиллерия, за исключением артиллерии обеспечения служебно-боевой деятельности других войск. Часть ствольной артиллерии совместно с противотанковой артиллерией и противотанковыми ракетными комплексами может привлекаться к уничтожению целей огнем прямой (полупрямой) наводкой. Объекты поражения: живая сила и огневые средства НВФ на позициях, в районах сосредоточения, прорывающиеся группы НВФ, орудия, минометы, установки для стрельбы реактивными снарядами, зенитные средства и пункты управления НВФ[1].

При ведении боевых действий по овладению населенным пунктом огневое поражение артиллерия ведет избирательно, по достоверно разведанным целям, сосредоточивая усилия по направлениям действий штурмовых групп. Живая сила и огневые средства противника на оборонительных позициях полевого типа поражаются огневыми налетами артиллерии с закрытых огневых позиций, а в подготовленных к обороне зданиях – огнем артиллерии прямой наводкой и применением высокоточных боеприпасов. В первую очередь огонь ведется по огневым средствам, расположенным в угловых зданиях на перекрестках и в зданиях, расположенных вдоль магистральных улиц. В отдельных случаях для разрушения особо прочных зданий и сооружений, когда достоверно известно, что в них нет мирных жителей, может применяться мортирная стрельба, а для разрушения отдельно стоящих зданий – стрельба термобарическими боеприпасами[1].

Для своевременного выявления и воспрещения подхода резервов противника из других районов в ночное время артиллерией ведется беспокоящий огонь в сочетании с периодической подсветкой районов возможного сосредоточения противника.

Огневое поражение при овладении районами, занимаемыми НВФ, осуществляется нанесением отдельного огневого удара (по мере необходимости) и ведением сопроводительных огневых действий, как при выполнении тактических задач наступательными действиями[1].

Артиллерийская подготовка наступления в интересах овладения районом, занятым НВФ, проводится для нанесения решительного поражения основной группировке противника и создания благоприятных условий для овладения этим районом при минимальных потерях своих войск. Она проводится на всю глубину района с сосредоточением усилий на главном направлении.

Основными объектами поражения являются живая сила и огневые средства, позиции снайперов противника, разведанные долговременные оборонительные сооружения (огневые точки), орудия, минометы, боевые машины реактивной артиллерии (установки для стрельбы реактивными снарядами), противотанковые ракетные комплексы, зенитные средства и пункты управления. Судя по опыту ведения боевых действий на территории Чеченской республики, артиллерийская подготовка наступления в классической форме осуществлялась редко и обычно проводилась одним или несколькими огневыми налетами на тех направлениях, где обойти или блокировать опорный пункт не представлялось возможным. Плотность огня, как правило, была меньше нормы, расход боеприпасов для подавления опорных пунктов составлял 0,15-0,5 нормы, а иногда и менее. Однако и при этом расходе боеприпасов общевойсковые подразделения успешно выполняли поставленные задачи. Попытки же овладения подготовленным опорным пунктом без артиллерийской подготовки наступления приводили к невыполнению боевой задачи и неоправданным потерям личного состава и техники.

Боевые действия по овладению населенными пунктами показали, что при проведении артиллерийской подготовки наступления целесообразно привлекать орудия, ПТРК по поражению объектов (сооружений) и целей огнем прямой наводкой. Так, при штурме г. Грозный средства, выполняющие задачи прямой наводкой, показали высокую эффективность и, по мнению участников штурма г. Грозный, было признанно, что целесообразно привлекать до 50-80% ствольной, противотанковой артиллерии и ПТРК к выполнению задач прямой наводкой[4].

К планированию артиллерийской подготовки наступления при овладении населенным пунктом следует подходить творчески и учитывать задачи, решаемые общевойсковым формированием.

Артиллерийская поддержка наступающих войск при овладении районом, занятым НВФ, начинается с окончанием артиллерийской подготовки по сигналу общевойскового командира, организовавшего непосредственное огневое поражение и продолжается до выполнения задачи по овладению районом. Ее обычно ведут сосредоточенным огнем и огнем по отдельным целям. Огонь артиллерии с закрытых огневых позиций, в том числе высокоточными и термобарическими боеприпасами, дополняется огнем средств, выделенных для стрельбы прямой и полупрямой наводкой.

Огневое поражение противника артиллерией при преследовании и ведении подразделениями поисковых и засадных действий осуществляется в ходе сопроводительных огневых действий с целью воспрещения организованного отхода групп НВФ и их последовательного поражения в случае оказания сопротивления. Они начинаются с обнаружением отхода противника из занимаемого района и ведутся до полного выполнения поставленной задачи. Объекты поражения: отходящая живая сила и огневые средства НВФ, прорывающиеся группы НВФ, орудия, минометы[1].

Поддержка артиллерией подразделений, действующих в составе сторожевых застав, контрольно-пропускных (диспетчерских) пунктов осуществляется с целью срыва нападения НВФ, нанесения нападающим максимальных потерь и обеспечения организованного отражения нападения противника на данные объекты. Она осуществляется заградительным и сосредоточенным огнем, огнем по отдельным целям, ведущимся артиллерией как по плановым рубежам (участкам), так и по вызову соответствующих командиров (начальников). К ведению огня привлекаются артиллерийские подразделения из состава сторожевых застав, контрольно-пропускных пунктов, дежурных сил и средств.

Артиллерийская разведка организуется и ведется в тесном взаимодействии с войсковой, специальной, воздушной, радио-, радиотехнической разведкой вооруженных сил, а также с разведкой других войск, войсковых формирований и органов.

Основные задачи артиллерийской разведки выполняются преимущественно подразделениями, оснащенными средствами наземной разведки, а также экипажами разведывательно-корректировочных вертолетов и беспилотными летательными аппаратами. Для повышения эффективности выполнения разведывательных задач и корректирования огня артиллерии в батальоны (а иногда в роты) выделяются артиллерийские корректировщики[1].

Артиллерия общевойскового формирования выдвигается в район конфликта в его составе, как правило, в светлое время суток с соблюдением маскировки. Часть подразделений самоходной артиллерии выдвигается совместно с мотострелковыми подразделениями, назначенными в походное охранение (сторожевые заставы, развертываемые на маршруте в местах возможных засад и налетов на колонну) [1].

При выдвижении войск в район конфликта часть артиллерии заблаговременно развертывают вдоль маршрута в составе временных или стационарных сторожевых застав на господствующих высотах в готовности к ведению огня прямой (полупрямой) наводкой и с закрытых огневых позиций. При выдвижении (передвижении) общевойсковых соединений по неохраняемым маршрутам артиллерийские подразделения распределяются по колонне главных сил.

При нападении вооруженных формирований противника на колонну, артиллерия походного охранения (сторожевых застав) по вызову командиров подразделений, подвергшихся нападению, открывает сосредоточенный огонь по противнику или заградительный огонь вдоль маршрута, если противник рассредоточен вдоль него. Подвергшаяся нападению колонна артиллерии, увеличив скорость, уходит из-под удара.

С занятием общевойсковыми формированиями районов сосредоточения (базовых районов) вся или большая часть их артиллерии занимает боевой порядок в центре района, организуется централизованная охрана и оборона района огневых позиций, а также централизованное обеспечение боеприпасами. Артиллерия должна быть в готовности к ведению заградительного огня по всему периметру занимаемого района, а также сосредоточенного огня по господствующим высотам[1].

Подразделения артиллерии, назначенные для стрельбы прямой (полупрямой) наводкой, размещают на господствующих высотах, как правило, не ближе 1,5 км от позиций, которые могут быть заняты снайперами противника. Если позволяет дальность стрельбы и складывающаяся обстановка, то огневые задачи могут выполняться артиллерией без смены огневых позиций.

Занятию района огневых позиций предшествует его разведка, местность проверяется на наличие взрывных устройств, в том числе самодельных, а близлежащие здания – на предмет нахождения в них оборудованных огневых точек.

Для охранения артиллерийских подразделений одновременно с занятием ими боевого порядка организуется круговое наблюдение, выставляются наблюдательные посты, организуется патрулирование, определяется порядок действий личного состава в случае нападения противника и обстрела снайперами[1].

При блокировании района, занятого противником, начальник артиллерии общевойскового формирования, командир артиллерийского соединения (части, группы, подразделения) в ходе блокирующих огневых действий артиллерии наблюдают за результатами ее огня и действиями противника. При обнаружении его отхода или установлении, что подготовленная позиция противником не занята, огонь прекращается или переносится на другие цели (участки). Средства, выделенные для стрельбы прямой наводкой, уничтожают вновь разведанные цели.

Поражение огневых средств противника на направлении действий войск ведется непрерывно одним из артиллерийских дивизионов, которому приданы технические средства артиллерийской разведки.

При попытках прорыва НВФ из блокированного района артиллерия сосредоточенным и заградительным огнем поражает противника на направлении прорыва и прикрывает фланги и промежутки между подразделениями[1].

При ликвидации НВФ в базовых районах (населенных пунктах) артиллерия в ходе артиллерийской подготовки наступления сосредоточенным огнем наносит поражение живой силе и огневым средствам, расположенным на переднем крае и в глубине (на подступах к населенному пункту), разрушает долговременные оборонительные сооружения (здания, приспособленные к обороне), огнем прямой наводкой и высокоточными боеприпасами уничтожает отдельные огневые точки, в том числе позиции снайперов, участвует в закреплении захваченных позиций (угловых зданий, перекрестков улиц). Для разрушения особо прочных сооружений привлекают самоходные орудия (минометы) крупного калибра.

Артиллерийская поддержка штурмовых групп осуществляется огнем штатной и приданной им артиллерии. Подразделения из состава артиллерии непосредственного подчинения при необходимости поражают живую силу и огневые средства противника в глубине. Основные усилия артиллерии сосредоточиваются на поражении противника, препятствующего продвижению штурмовых групп к ключевым объектам.

При обнаружении попыток противника вырваться из базового района (населенного пункта) артиллерия сосредоточенным и заградительным огнем поражает противника при его выдвижении и переходе в атаку. К отражению попытки прорыва противника в первую очередь привлекается артилле-

рия батальона, в полосе действий которого осуществляется прорыв, а также артиллерия непосредственного подчинения. На направлении прорыва в глубине боевого порядка развертываются противотанковые артиллерийские подразделения.

При прорыве обороны противника артиллерия привлекается к огневой поддержке войск при преследовании противника, поражая его отходящие боевые группы, особенно при их попытке занять промежуточные оборонительные позиции на господствующих высотах. Каждый высылаемый для преследования отряд в составе батальона усиливается обычно артиллерийским дивизионом[1].

При высадке тактического воздушного десанта артиллерия ведет огонь по разведанным зенитным средствам противника и предполагаемым районам их расположения. Реактивная артиллерия за 10-15 минут до высадки передовой группы десанта ведет огонь по району высадки. Время открытия огня согласовывается со временем высадки групп доразведки и обозначения площадок. При обнаружении попыток противника атаковать главные силы десанта артиллерия ведет сосредоточенный и заградительный огонь по периметру района высадки.

Таковы некоторые особенности боевого применения артиллерии во внутреннем вооруженном конфликте.

Вывод. Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что особенности применения артиллерии против незаконных вооруженных формирований не потеряли своего значения и в современных условиях, а их учет и использование в соответствии со сложившейся обстановкой будут способствовать успешному выполнению поставленных задач.

В заключение отметим: изложенные в статье особенности не исчерпывают всего многообразия способов боевого применения артиллерии в локальных войнах и вооруженных конфликтах. В первую очередь это относится к формам огневого поражения противника, созданию группировки артиллерии, порядку выполнения ею тактических и огневых задач и осуществлению маневра в ходе боя. Нельзя не отметить, что большинство положений еще не нашло отражения в боевых уставах и наставлениях. Поэтому многие вопросы требуют более углубленного изучения, дальнейшего теоретического развития и проверки практикой боевой подготовки войск.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Боевой устав артиллерии. Часть 2. М.: 2013. - 410 с.

[2] Правила стрельбы и управления огнем артиллерии. Часть 1. Издание академии.: 2011. - 310 с.

[3] Военная энциклопедия. Том 4.М.: ВИ, 2002. – 542 с.

[4] Усиков А.В. и др. «Военное искусство в локальных войнах и вооруженных конфликтах»: Монография. М.: ВИ, 2008. – 588 с.

[5] Тарас А.Е. «Малая война. Организация и тактика боевых действий малых подразделений»: Монография. Минск: «Хорвест», 2003. – 512 с.

Оркушпаев Е.

Кейбір ерекшеліктері жауынгерлік қолдану артиллерия ішкі қарулы қақтығыс

Түйіндеме: мақалада баяндалған ерекшеліктері жауынгерлік қолдану артиллерия ішкі қарулы қақтығыс, ең алдымен, огневое жеңіліс жау артиллерия, сондай-ақ артиллериялық бөлімшелерінің орындау кезінде общевойсковыми құралымдарының әр-түрлі тактикалық міндеттерді.

Негізгі сөздер: артиллериялық бөлімшелер, огневое жеңіліс жау, заңсыз қарулы қалыптастыру, объектілерді зақымдау, артиллериялық дайындау басталған, артиллериялық қолдау наступающих әскер, барлау, тактикалық әуе десанты.

Orkushpaev E.

Some features of the artillery combat employment in an internal armed conflict

Summary: the article describes the combat employment of artillery in the armed conflict, especially the hard fought defeat of the enemy artillery, as well as the artillery units in general planning of various tactical missions.

Key words: artillery units, fire defeat of the enemy, illegal armed groups, destruction targets, artillery preparation of the offensive, artillery support of the attackers, military intelligence, tactical airborne assault.

УДК 519.63, 536.2, 620.91

G.Zh. Saktashova, A. Aliuly, Ye.K. Belyayev, A. Kaltayev
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
Institute of Industrial Engineering, Satpayev University, Almaty, Kazakhstan
e-mail: aliuly.abdurashid@gmail.com)

NUMERICAL MODELING OF THERMAL PERFORMANCES OF THE SOLAR-GROUND SOURCE HEAT PUMP

Abstract. A numerical model has been proposed in this work for predicting the energy performances of the solar-ground source heat pump for continental climate conditions. The numerical model is based on the two-dimensional heat transfer equation for the solar collector absorber and on the energy conservation equations for the heat transfer agent flow in the tubes. The numerical simulation was performed for the climatic conditions of Kazakhstan. The influences of solar intensity, ambient temperature and the ground temperature were taken into account.

Keywords: numerical simulation, two dimensional heat transfer equation, energy conservation theorem, alternative energy sources, solar-ground source heat pump.

Г.Ж. Сақташова, А. Әлиұлы, Е.К. Беляев, А. Калтаев
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы
Институт промышленной инженерии, Университет Сатпаева, Казахстан, г. Алматы
e-mail: aliuly.abdurashid@gmail.com)

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СОЛНЕЧНО-ГРУНТОВОГО ТЕПЛОВОГО НАСОСА

Аннотация. В этой работе предложена численная модель для прогнозирования энергетических характеристик солнечно-грунтового теплового насоса для континентальных климатических условий. Численная модель основана на двумерном уравнений теплопроводности для абсорбера солнечного коллектора и на уравнениях сохранении энергии для течения теплоносителя в трубках. Численное моделирование проводилось для климатических условий Казахстана. Влияние солнечной инсоляции, температуры окружающей среды и температуры грунта было принято во внимание.

Ключевые слова: численное моделирование, двумерное уравнение теплопроводности, закон сохранения энергии, альтернативные источники энергии, солнечно-грунтовой тепловой насос.

ВВЕДЕНИЕ

Тепловой насос состоит из трех основных агрегатов (рисунок 1): теплообменника (испарителя), компрессора (повышающего давление) и конденсатора. Эти агрегаты связаны между собой замкнутым трубопроводом. В системе трубопровода циркулирует хладагент, который в одной части цикла представляет собой жидкость, а в другой – газ. Принцип действия теплового насоса следующий. Охлажденный теплоноситель, проходя по трубопроводу теплообменника, собирающего тепло окружающей среды, нагревается на несколько градусов. Затем внутри теплового насоса теплоноситель, проходя через теплообменник (испаритель), отдает собранное в окружающей среде тепло во внутренний контур теплового насоса, заполненный хладагентом. Хладагент имеет очень низкую температуру кипения. Проходя через испаритель, он превращается из жидкого состояния в газообразное. Это происходит при низком давлении и температуре –5 ºС. Из испарителя газообразный хладагент попадает в компрессор, где сжимается до состояния высокого давления и высокой температуры. Далее горячий газ поступает во второй теплообменник, конденсатор. В конденсаторе происходит теплообмен между горячим газом и теплоносителем из обратного

трубопровода системы отопления дома. Хладагент отдает свое тепло в систему отопления, охлаждается и снова переходит в жидкое состояние, а нагретый теплоноситель системы отопления поступает к отопительным приборам. При прохождении хладагента через специально редукционный клапан давление его (хладагента) понижается, и тогда он снова попадает в испаритель, а затем во внешний контур системы. Так цикл повторяется снова.

При каждом тепловом насосе необходимо наличие источника тепла, температура которого настолько низка (<<25 ºС), что его невозможно использовать непосредственно. Источником тепла может выступать солнце, воздух, земля (грунт) или вода. У каждого из них есть свои преимущества и недостатки. В летнее время высокая солнечная инсоляция (1000-1200 Вт/м^2) достаточно для солнечного водонагревателя, т.е. нет необходимости в использовании компрессора. В зимний отопительный период дополнительно к солнечной инсоляции (100-200 Вт/м^2) необходимо использовать тепло грунта (8-10 ºС). Такая комбинация использования источников тепла (солнце и грунт) даст высокую эффективность и экономию электроэнергии.

На рисунке 1 представлен солнечно-грунтовой тепловой насос, для которого источниками тепла являются как солнце, так и тепло грунта.

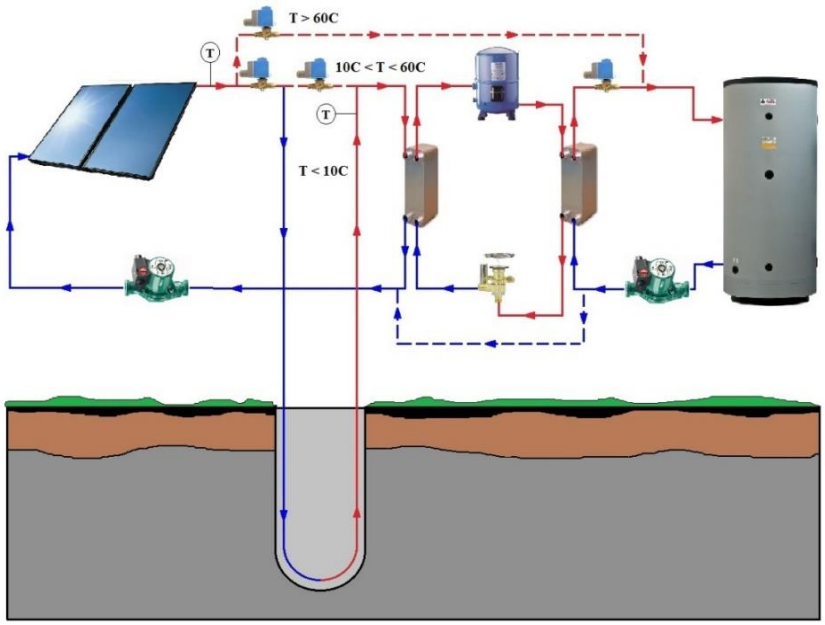


Рис. 1. Солнечно-грунтовой тепловой насос

Основной целью данной работы является увеличение коэффициента преобразования (COP – coefficient of performance), т.е. повысить эффективность преобразования солнечной и грунтовой энергии в тепло. Также описаны характеристики производительности, которые зависят от метеорологических данных Алматы. Основные параметры включают в себя удельную теплоемкость, теплопроводность, конвективный и радиационный теплообмен. Все вышеуказанные параметры приведены в математической модели ниже.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

Математическая модель содержит три основных уравнения: двумерное уравнение теплопроводности для солнечного теплового коллектора, которое включает основную панель и медный змеевик; уравнения сохранения энергии для течения теплоносителя в трубке солнечного коллектора и в вертикальном грунтовом теплообменнике.

Двумерное уравнение теплопроводности теплового коллектора. Тепловой коллектор состоит из трех элементов: медный змеевик, алюминиевая пластинка, пластинка из алюминиевого сплава. Путем пренебрежения теплового сопротивления на поверхности контакта, температура этих трех элементов предполагается одинаковой на любом контрольном объеме. Уравнение теплопроводности каждого

контрольного объема с сосредоточенной массой m_c, удельной теплоемкости C_c и теплопроводности λ_c записывается в виде:

$$m_c C_c \frac{\partial T_c}{\partial t} = G(\tau\beta)_c A_c + \alpha_{a-c} A_c (T_a - T_c) + \alpha_{r,a-c} A_c (T_{sky} - T_c) + \\ + \alpha_r A_r (T_r - T_c) + A_c \frac{T_a - T_c}{R_b} + \lambda_{c,y} l_{c,y} A_c \frac{\partial^2 T_c}{\partial y^2} + \lambda_{c,z} l_{c,z} A_c \frac{\partial^2 T_c}{\partial z^2} \quad (1)$$

где G - солнечное излучение; $(\tau\beta)_c$ - эффективная поглощающая способность теплового коллектора; α_{a-c} и $\alpha_{r,a-c}$ - есть коэффициенты конвективного и радиационного теплообмена между коллектором и окружающей средой; R_b – есть тепловое сопротивление между обратной стороной теплового коллектора и окружающей средой; $l_{c,y}$ и $l_{c,z}$ - эффективная толщина вдоль направления *Y* и *Z*, соответственно.

Вышеуказанные параметры определяются выражениями:

$$(\tau\beta)_c = \frac{\tau_c \beta_c}{1-(1-\beta_c)\cdot r} \quad (2)$$

$$\alpha_{a-c} = 2.8 + 3.0 \cdot u_{wind} \quad (3)$$

$$\alpha_{r,a-c} = \varepsilon_c \sigma (T_c^2 + T_{sky}^2)(T_c + T_{sky}) \quad (4)$$

где $(\tau\beta)_c$ - поглощающая способность абсорбера солнечного коллектора; τ_c и r - пропускаемая и отражательная способности абсорбера коллектора; u_{wind} - скорость ветра; T_{sky} - цветовая температура (sky temperature), которая определяется как

$$T_{sky} = 0.0552 T_a^{1.5} \quad (5)$$

$$\tau_c = \frac{1-r}{1+r} \quad (6)$$

$$r = \frac{\sin^2(\theta_1 - \theta_2)}{\sin^2(\theta_1 + \theta_2)} + \frac{\tan^2(\theta_1 - \theta_2)}{\tan^2(\theta_1 + \theta_2)} \quad (7)$$

где θ_1 и θ_2 - углы падения и преломления солнечных лучей.

Уравнения сохранения энергии для течения теплоносителя. Процесс переноса теплоносителя в змеевике испарителя и в трубе подземного теплообменника может быть описан математической системой дифференциальных уравнений в частных производных, который основан на законах сохранения энергии жидкости. Были допущены следующие предположения:

- течение теплоносителя одномерное и не сжимаемое;
- жидкий теплоноситель находится в насыщенном тепловом равновесии;
- изменение кинетической и потенциальной энергии в уравнение энергии пренебрегается.

С учетом вышеуказанных предположений упрощенная модель динамики течения теплоносителя записывается в виде:

Уравнение сохранения энергии теплоносителя

$$m_r C_p \frac{\partial T_r}{\partial t} + m_r C_p u \frac{\partial T_r}{\partial z} = A_r \alpha_r \left(T_c - T_r\right) \tag{8}$$

$$m_r C_p \frac{\partial T_r}{\partial t} + m_r C_p u \frac{\partial T_r}{\partial z} = A_r \frac{\left(T_g - T_r\right)}{R_{g-c}} \tag{9}$$

где m_r – есть масса теплоносителя, C_p – удельная теплоемкость, α_r – коэффициент теплопереноса в трубке солнечного коллектора, $R_{r\text{-}g}$ – тепловое сопротивление между теплоносителем и окружающей средой (грунт).

Для того, чтобы решить вышеуказанную систему уравнений нужно задать начальное распределение температуры теплового коллектора. Кроме этого необходимо ввести входные данные по солнечной инсоляции, температуры окружающей среды, физическим свойствам используемых материалов и расхода хладагента. Для того чтобы исследовать динамическое поведение теплового испарителя и теплоносителя разработана компьютерная программа на языке С++.

Программа начинается с задания необходимых начальных условий для физических параметров. Затем вызываются подпрограммы расчета температуры абсорбера коллектора и теплоносителя и дополнительные подпрограммы для коэффициентов теплопередачи и физических свойств. Данный процесс повторяется до установления итерации.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

Используя вышеуказанный алгоритм, рассчитаны изменение температуры теплового коллектора и теплоносителя для климатических условий Алматы, Казахстан. При расчетах соответствующие данные по солнечной инсоляции и температуры окружающей среды были приняты во внимания.

Доступные данные по солнечной радиации и температуры окружающей среды представлены на рисунке 2.

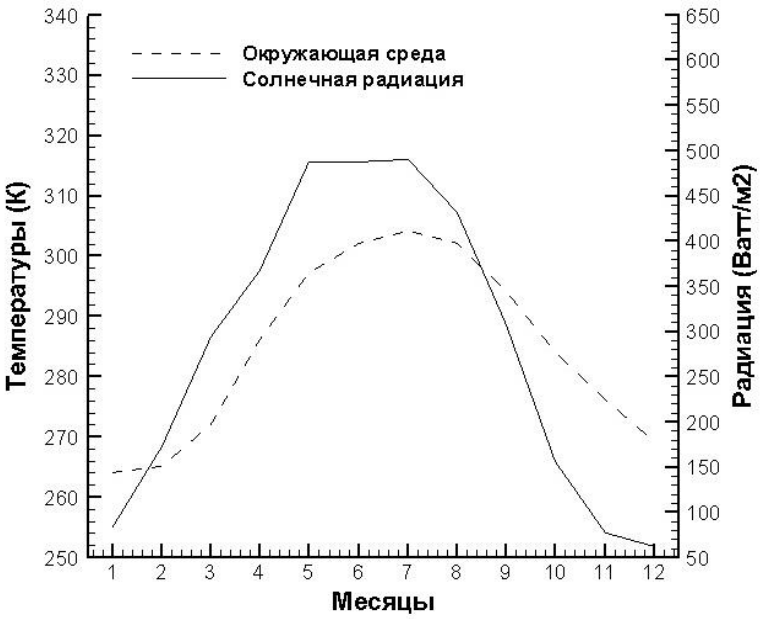


Рис. 2. Данные по солнечной инсоляции и окружающей среды

На рисунке 3 представлен график изменения температуры солнечного коллектора в зависимости от месяцев согласно уравнению (1).

Из численных результатов, приведенных на рисунке 3, следует, что максимальная температура теплового коллектора достигается в летний сезон. Поведение профилей температуры аналогично поведению солнечной инсоляции, приведенной на рисунке 2. Из графика видно, что температура теплового коллектора растет в летний сезон, достигая максимального значения в июле 320 К.

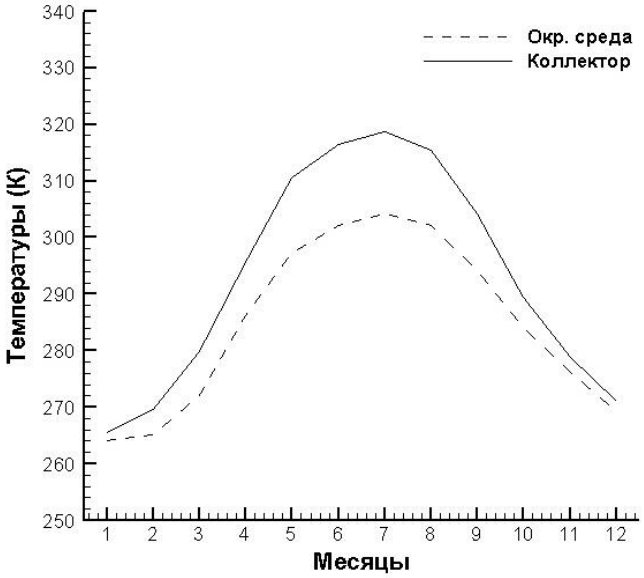


Рис. 3. Изменение температуры теплового коллектора

На рисунке 4 представлен график изменения температуры теплоносителя на выходе из трубки солнечного коллектора и грунтового теплообменника в зависимости от месяцев согласно системе уравнении (8) - (9).

Из рисунка 4 можно увидеть, что температура теплоносителя на выходе солнечного коллектора (сплошная линия) зависит от температуры окружающей среды и солнечной инсоляции. Тогда как температура теплоносителя на выходе грунтового теплообменника практически не зависит от температуры окружающей среды (пунктирные линии, Рис.4).

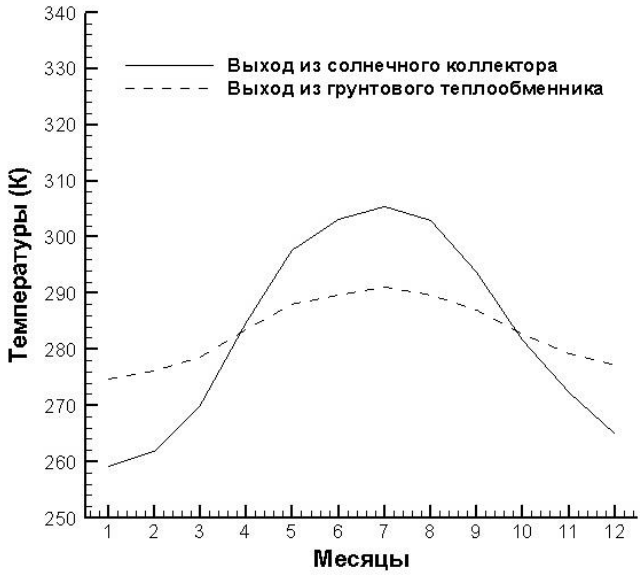


Рис. 4. Изменение температуры теплоносителя

Также были приведены двумерные результаты температуры абсорбера теплового коллектора. Расчетная сетка составляет 50x100 (рисунок 5a). На рисунке 5 приведены результаты двумерного распределения температуры абсорбера солнечного коллектора (рисунок 5b и 5c).

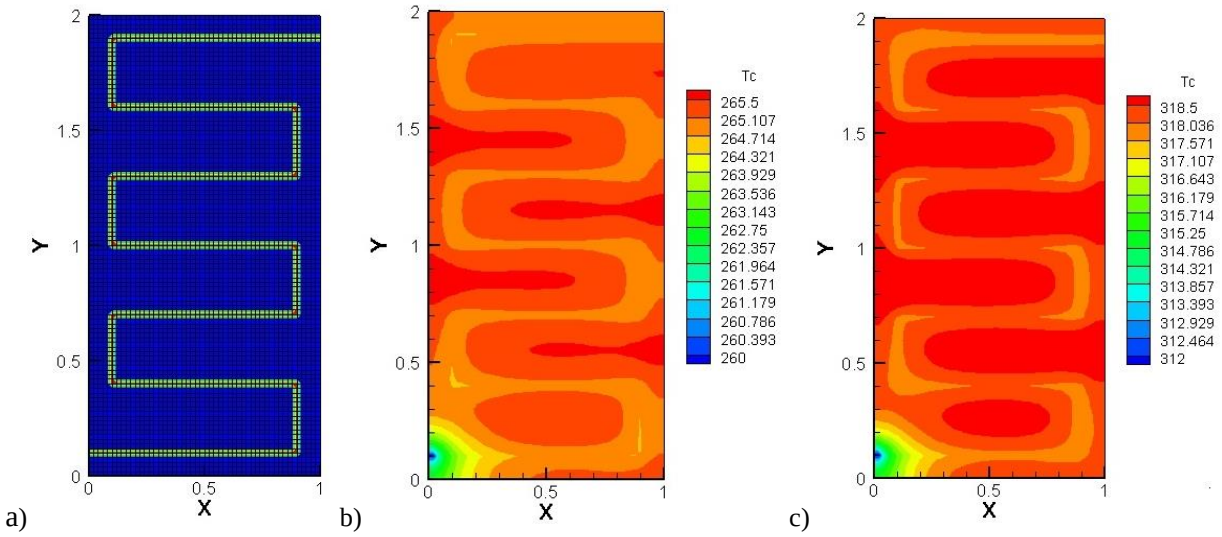


Рис. 5. Температура абсорбера солнечного коллектора
(a – сетка для расчета, b –в месяце январь, c – в месяце июль)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведено численное моделирование тепловой производительности теплового солнечного коллектора и грунтового теплообменника для метеорологических условий Алматы, Казахстан. Разработаны математическая модель, численный алгоритм и компьютерная программа расчета основных параметров оценки производительности системы теплового солнечного коллектора и грунтового теплообменника. Численные расчеты показали эффективность использования комбинированного солнечно-грунтового теплового насоса.

Настоящая публикация осуществлена в рамках Подпроекта «Каскадный солнечный тепловой насос для отопления помещений и горячего водоснабжения для регионов с континентальным климатом», финансируемого в рамках Проекта «Стимулирование продуктивных инноваций», поддерживаемого Всемирным Банком и Правительством Республики Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Г.Ж. Сакташова, А. Алиулы, Е.К. Беляев. Системное моделирование эксплуатационных характеристик геотермального теплового насоса // Материалы III Международной научно-практической конференции «Математическое моделирование механических систем и физических процессов» / Секция 1 - Математическое моделирование механических систем. – Алматы, 2016.

[2] A. Aliuly, M. Mohanraj, Ye. Belyayev, S. Jayaraj, A. Kaltayev. Numerical modelling of photovoltaic thermal evaporator for heat pumps // Bulgarian Chemical Communications. – 2016. – V. 48. – Special Issue E. – pp. 135-139.

[3] Jie Ji, Hanfeng He, Tintai Chow, Gang Pei, Wei He, Keliang Liu. Distributed dynamic modeling and experimental study of PV evaporator in a PV/T solar-assisted heat pump // International Journal of Heat and Mass Transfer. – 2009. – V. 52. – pp. 1365-1373.

[4] Xia L., Ma ZJ., Kokogiannakis G., Wang ZH., Wang SG. A model-based design optimization strategy for ground source heat pump systems with integrated photovoltaic thermal collectors // Applied Energy. – 2018. – V. 214. – pp. 178-190.

[5] Li H., Xu W., Yu Z., Wu JL., Yu ZY. Discussion of a combined solar thermal and ground source heat pump system operation strategy for office heating // Energy and buildings. – 2018. – V. 162. – pp. 42-53.

[6] Razavi S.H., Ahmadi R., Zahedi A. Modeling, simulation and dynamic control of solar assisted ground source heat pump to provide heating load and DHW // Applied Thermal Engineering. – 2018. – V. 129. – pp. 127-144.

[7] Androulakis N.D., Armen K.G., Bozis D.A., Papakostas K.T. Simulation of the thermal performance of a hybrid solar-assisted ground-source heat pump system in a school building // International Journal of Sustainable Energy. – 2018. – V. 37 (4). – pp. 311-324.

[8] Verma V., Murugesan K. Experimental study of solar assisted ground source heat pump system during space heating operation from morning to evening // Journal of Mechanical Science and Technology. – 2018. – V. 32 (1). – pp. 391-398.

[9] Cimmino M., Eslami-Nejad P. A simulation model for solar assisted shallow ground heat exchangers in series arrangement // Energy and Buildings. – 2017. – V. 157. – pp. 227-246.

[10] Mao QJ., Chen YF. Experimental investigation of thermal performance of a ground source heat pump system for spring season // Energy and Buildings. – 2017. – V. 152. – pp. 336-340.

[11] Jonas D., Frey G., Theis D. Simulation and performance analysis of combined parallel solar thermal and ground or air source heat pump systems // Solar Energy. – 2017. – V. 150. – pp. 500-511.

[12] Awani S., Chargui R., Guizani A. Numerical and experimental study of a closed loop for ground heat exchanger coupled with heat pump system and a solar collector for heating a glass greenhouse in north of Tunisia // International Journal of Refrigeration / Revue Internationale Du Froid. – 2017. – V. 76. – pp. 328-341.

[13] Verma V., Murugesan K. Experimental study of solar energy storage and space heating using solar assisted ground source heat pump system for Indian climatic conditions // Energy and Buildings. – 2017. – V. 139. – pp. 569-577.

[14] Ji YM., Lin DM., Li XL., Airaksinen M., Wang ZS. Simplified method to determine the collector area of solar-assisted ground-source heat pump system // 10th International Symposium on Heating, Ventilation and Air Conditioning (ISHVAC2017) / Procedia Engineering. – 2017. – V. 205. – pp. 1138-1145.

[15] Han ZW., Liu JZ., Li WL., Zhang SW., Ju XM., Ma X. The Effect Study of Groundwater Seepage on the Solar Assisted Ground Source Heat Pump Performance // 10th International Symposium on Heating, Ventilation and Air Conditioning (ISHVAC2017) / Procedia Engineering. – 2017. – V. 205. – pp. 1550-1556.

[16] Cai JJ., Quan ZH., Li TY., Hou LS., Zhao YH., Yao ML. Performance study of a novel hybrid solar PV/T ground-source heat pump system // 10th International Symposium on Heating, Ventilation and Air Conditioning (ISHVAC2017) / Procedia Engineering. – 2017. – V. 205. – pp. 1642-1649.

Сақташова Г.Ж., Әлиұлы А., Беляев Е.К., Калтаев А.

Күн-жержылу насосының жылулық қасиеттерін сандық түрде моделдеу

Түйіндеме. Бұл жұмыста континенталды клматтық жағдай үшін арналған гибридті күн-жер жылу насосының энергетикалық қасиеттерін болжау үшін құрылған сандық модел ұсынылады. Сандық модел күн коллекторы үшін екі өлшемді жылутаралу теңдеуі және жалутасымалдағыш ағыны үшін энергия сақталу теңдеулеріне негізделген. Сандық моделдеу Казақстанның климаттық жағдайлары үшін жүргізілді. Күн радиациясы, сыртқы орта температурасы және жер асты температурасыесепке алынды.

Кілтті сөздер: сандық моделдеу, екі өлшемді жылутаралу теңдеуі, энергия сақталу заңы,баламалы энергия көздері, күн-жер жылу насосы.

Saktashova G.Zh., Aliuly A., Belyayev Ye.K., Kaltayev A.

Numerical modeling of thermal performances of the solar-ground source heat pump

Summary. This model is the numerical one has been proposed for predicting the energy performances of the hybrid solar-ground source heat pump for continental climate conditions. The numerical model is based on the energy conservation equations for the two-dimensional heat transfer equation and gas flow for the solar collector. The numerical simulation was performed for the climatic conditions of Kazakhstan. The influences of solar intensity, ambient temperature and temperature of the ground are discussed.

Keywords: numerical simulation, two dimensional heat transfer equation, energy conservation theorem, alternative energy sources, solar-ground source heat pump.

УДК 517. 956

B. Uaisov
(Kazakh Academy of Transport and Communications after M. Tynyshpayev, Almaty, Kazakhstan
E-mail: b.uaisov@kazatk.kz)

THE DARBOUX-PROTTER TASK FOR MULTIDIMENSIONAL HYPERBOLIC EQUATIONS WITH TYPE AND ORDER DEGENERACY

Abstract. In this paper the resolvability of the conjugate Darboux-Protter task for multidimensional hyperbolic equations with type and order degeneration is shown.

Keywords: Darboux-Protter task, multidimensional equation, type and order degeneration, spherical functions, resolvability.

Б. Уаисов
(Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М.Тынышпаева,
Алматы, Казахстан, E-mail: b.uaisov@kazatk.kz)

ЗАДАЧА ДАРБУ-ПРОТТЕРА ДЛЯ МНОГОМЕРНЫХ ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ С ВЫРОЖДЕНИЕМ ТИПА И ПОРЯДКА

Аннотация. В работе показана разрешимость сопряженной задачи Дарбу-Проттера для многомерных гиперболических уравнений с вырождением типа и порядка.

Ключевые слова: задача, многомерное уравнение, вырождение типа и порядка, сферических функций, разрешимость.

Введение. Известно, что вырождающиеся гиперболические уравнения второго порядка лежат в основе математических моделей многих природных явлений, например, при изучении движения молосжимаемой жидкости в канале, окруженной пористой средой, в газовой динамике, в теории распростронения электромагнитного поля в неоднородной среде и в ряде других областей физики.

Задача Дарбу являются основными локальными краевми задачами для двумерных вырождающихся гиперболических уравнений. Теория этих задач, в силу их прикладной и теоритеческой важности и блогадаря исследованиями Ф. Трикоми, М.Чибрарио, С. Геллерстедта, Ф.И. Франкеля, И.Н. Векуа, А.В. Бицадзе, К.И. Бабенко стала одной из центральных разделов современной теории уравнений с частными производными.

На важность исследования гиперболических уравнений с вырожденеием типа и порядка обратил внимание А.В. Бицадзе [1,2].

Впервые многомерные аналоги задач Дарбу для волнового уравнения была предложена М.Х. Проттером [3].

Из-за отсутствия эфективных методов исследования задач Дарбу-Проттера для вырождающихся многомерных гиперболических уравнений требует специальных иссследований и привлечение новых методов.

В монографиях С.А. Алдашева [4,5] предложены некоторые методы исследованиия краевых задач для многомерных гиперболических уравнений.

К задачам Дарбу-Проттера для вырождающихся многомерных гиперболических уравнений посвящены работы [6-10].

В данной работе показана разрешимость задачи Дарбу-Проттера для многомерных гиперболических уравнений с вырождением типа и порядка.

Рассмотрим на полупространстве $t > 0$ уравнение:

$$t^p \Delta_x u - t^q u_{tt} + \sum_{t=1}^{m} a_i(x,t) \cdot u_{x_i} + b(x,t) u_i + c(x,t) u = 0, \tag{1}$$

где p, q - натуральные числа, $\Delta_x -$оператор Лапласа по переменным $x_1, x_2, \ldots, x_m$, $x = (x_1, x_2, \ldots, x_m)$, $m \geq 2$.

Уравнение (1) гиперболично при $t > 0$, а вдоль плоскости $t = 0$ имеет место вырождения его типа и порядка. Обозначим через D- конечную область евклидова пространства E_{m+1} точек $(x_1, \ldots, x_m, t)$ ограниченную поверхностями $|x| = \dfrac{2}{p-q+2} t^{\frac{p-q+2}{2}}$,

$|x| = 1 - \dfrac{2}{p-q+2} t^{\frac{p-q+2}{2}}$ и плоскостью $t = 0$, где $|x|$- длина вектора x,

$0 \leq t \leq \left(\dfrac{p-q+2}{4} \right)^{\frac{2}{p-q+2}}$. Части этих поверхностей, образующих границу ∂D области D, обозначим через S_0, S_1 и S соответственно.

Рассмотрим следующую задачу Дарбу-Проттера для уравнения (1).

Задача. Найти в области D решение уравнения (1) из класса $C(\overline{D})\cap C^2(D)$, удовлетворяющее краевым условиям

$$u\big|_S=\tau(x),\ u\big|_{S_1}=\sigma_1(x) \tag{2}$$

или

$$u_i\big|_S=\nu(x),\ u\big|_{S_1}=\sigma_1(x) \tag{3}$$

В дальнейшем нам удобно перейти от декартовых координат $x_1,\ldots,x_{m8},t$ к сферическим $r,\theta_1,\ldots,\theta_{m-1},t$ сохранив обозначения, использованные в [11,12].

Пусть Ω - проекция D на плоскость (r,t) с границами

$$\Gamma_0:\ r=\frac{2}{p-q+2}t^{\frac{p-q+2}{2}},\quad \Gamma_1: r=1-\frac{2}{p-q+2}t^{\frac{p-q+2}{2}},\quad \Gamma: t=0,\ 0\le r\le 1.$$

Пусть $\{Y^k_{n,m}(\theta)\}$- система линейно независимых сферических функций порядка n, $1\le k\le k_n$, $(m-2)!n!\ k_n=(n+m+3)!(2n+m-2)$, $\theta=(\theta_1,....,\theta_{m-1})$, $W_2^l(S)$,

$l=0,1....$- пространство Соболева, а $\widetilde{S}=\left\{(r,\theta)\in S,\ 0<r<\frac{1}{2}\right\}$.

Через $\widetilde{a}^k_{in}(r,t)$, $a^k_{in}(r,t)$, $\widetilde{b}^k_n(r,t)$, $\widetilde{c}^k_n(r,t)$, ρ^k_n, $\overline{\tau}^k_n(r)$, $\overline{\sigma}^k_{1n}(r)$ обозначим коэффициенты разложения ряда по сферическим функциям $Y^k_{n,m}(\theta)$ соответственно функций $a_i(r,\theta,t)\rho(\theta)$, $a_i\frac{x_i}{r}\rho$, $b(r,\theta,t)\rho$, $c(r,\theta,t)\rho$, $\rho(\theta)$, $\tau(r,\theta)$, $\sigma_1(r,\theta)$ $i=1,.....,m$.

Пусть $\overline{a}_i(x,t)=t^{-q}a_i$, $\overline{b}(x,t)=t^{-q}b$, $\overline{c}(x,t)=t^{-q}c$ и $\overline{a}_i,\overline{b},\overline{c}\in W_2^l(D)\subset C^1(\overline{D}),\ i=1,\ldots,m,\ \ l\ge m+1$

Тогда имеет место

Теорема. Если $\tau(r,\theta)=r^4\tau^*(r,\theta)$, $\nu(r,\theta)=r^4\nu^*(r,\theta)$, $\sigma_1(r,\theta)=\left(r-\frac{1}{2}\right)^{\frac{m+5}{2}}\sigma_1^*(r,\theta)$, $\tau^*(r,\theta),\nu^*(r,\theta)\in W_2^l(S)$, $\sigma_1^*(r,\theta)\in W_2^l(S\mid\widetilde{S})$, $l>\frac{6+3m}{2}$, то задача разрешима.

Доказательство теоремы. Единственность решения задачи установлено в [11,12]. Покажем ее разрешимость. Сначала рассмотрим задачу (1), (2). Ее решение будем искать в виде ряда

$$u(r,\theta,t,)=\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{k=0}^{k_n}\overline{u}^k_n(r,t)Y^k_{n,m}(\theta), \tag{4}$$

где $\overline{u}^k_n(r,t)$-функции, которые будут определены ниже.

Тогда, как и в [13], для $\overline{u}^k_n$ получим ряд

$$t^p\rho^l_0\overline{u}^l_{0rr}-t^q\rho^l_0\overline{u}^l_{ott}+\left(\frac{m-1}{r}t^p\rho^l_0+\sum_{i=1}^{m}a^l_{io}\right)\overline{u}^l_{0r}+\widetilde{b}^l_0\overline{u}^l_{ot}+\widetilde{c}^l_o u^l_o+\sum_{n=1}^{\infty}\sum_{k=1}^{k_n}\{t^p\rho^k_n\overline{u}^k_{nrr}-t^q\rho^k_n u^k_{ntt}+$$

$$+\left(\frac{m-1}{r}t^p\rho_n^k+\sum_{i=1}^{m}a_{in}^k\right)\bar{u}_{nr}^k+\tilde{b}_n^k\bar{u}_{nt}^k+\left[\tilde{c}_n^k-\frac{\lambda_n\rho_n^k t^p}{r^2}+\sum_{i=1}^{m}\left(\tilde{a}_{in-1}^k-na_{in}^k\right)\bar{u}_n^k\right]\}=0, \qquad (5)$$

где $\lambda_n=n(n+m-2)$

Теперь рассмотрим бесконечную систему дифференциальных уравнений

$$t^p\rho_0^l\bar{u}_{0rr}^l-t^q\rho_0^l\bar{u}_{ott}^l+\frac{m-1}{r}t^p\rho_0^l\bar{u}_{0r}^l=0, \qquad (6)$$

$$t^p\rho_l^k\bar{u}_{lrr}^k-t^q\rho_l^k\bar{u}_{ltt}^k+\frac{m-1}{r}t^p\rho_l^k\bar{u}_{lr}^k-\frac{\lambda_l}{r^2}t^p\rho_l^k\bar{u}_l^k=-\frac{1}{k_n}\left(\sum_{i=1}^{m}a_{i0}^l\bar{u}_{0r}^l+\tilde{b}_0^l\bar{u}_{0t}^l+\tilde{c}_0^l\bar{u}_0^l\right), \qquad (7)$$

где $n=1,\ k=\overline{1,k_1}$

$$t^p\rho_n^k\bar{u}_{nrr}^k-t^q\rho_n^k\bar{u}_{ntt}^k+\frac{m-1}{r}t^p\rho_n^k\bar{u}_{nr}^k-\frac{\lambda_n}{r^2}t^p\rho_n^k\bar{u}_n^k=$$

$$=-\frac{1}{k_n}\sum_{k=1}^{k_{n-1}}\left\{\sum_{i=1}^{m}a_{m-1}^k\bar{u}_{n-1r}^k+\tilde{b}_{n-1}^k\bar{u}_{n-1t}^k+\left[\tilde{c}_{n-1}^k+\sum_{i=1}^{m}\left(a_{m-2}^k-(n-1)a_{in-1}^k\right)\right]\bar{u}_{n-1}^k\right\}, \qquad (8)$$

где $k=\overline{1,k_n}$, $n=2,3,\ldots$

Нетрудно показать, что если $\{\bar{u}_n^k\}$, $k=\overline{1,k_n}$, $n=0,1,\ldots$- решение системы (6)-(8), то оно является и решением уравнения (5).

Далее, учитывая ортогональность сферических функций $Y_{n,m}^k(\theta)$ ([14]), из краевого условия (2) имеем

$$\bar{u}_n^k\Big|_{\Gamma}=\bar{\tau}_n^k(r),\ \bar{u}_n^k\Big|_{\Gamma_1}=\bar{\sigma}_{\ln}^k(r),\ k=\overline{1,k_n},\ n=0,1,\ldots,0\le r\le 1. \qquad (9)$$

Таким образом, задача (1), (2) сведена к системе задач Дарбу в области Ω для уравнений (6)-(8). Теперь будем находить решения этих задач.

Нетрудно заметить, что каждое уравнение системы (6)-(8) можно представить в виде

$$t^p\bar{u}_{nrr}^k-t^q\bar{u}_{ntt}^k+\frac{m-1}{r}t^p\bar{u}_{nr}^k-\frac{\lambda_n}{r^2}t^p\bar{u}_n^k=f_n^k(r,t), \qquad (10)$$

где $f_n^k(r,t)$ определяются из предыдущих уравнений этой системы, при этом $f_n^l(r,t)=0$.

Производя в (10) замену переменных $\bar{u}_n^k(r,t)=r^{\frac{1-m}{2}}u_n^k(r,t)$ и положив, затем $r=r,\ x_0=\dfrac{2}{p-q+2}t^{\frac{p-q+2}{2}}$, получим уравнение

$$L_\alpha u_{\alpha,n}^k\equiv u_{\alpha,nrr}^k-u_{\alpha,nx_0x_0}^k-\frac{\alpha}{x_0}u_{\alpha,nx_0}^k+\frac{\left[(m-1)(3-m)-4\lambda_n\right]}{4r^2}u_{\alpha,n}^k=f_{\alpha,n}^k(r,x_0), \qquad (11)$$

где $0\le\alpha=\dfrac{p-q}{2+p-q}<1,\quad f_{\alpha,n}^k(r,x_0)=r^{\frac{m-1}{2}}\left(\dfrac{x_0}{1-\alpha}\right)^{\frac{1+\alpha}{1-\alpha}q-2\alpha}\bar{f}_n^k\left[r,\left(\dfrac{x_0}{1-\alpha}\right)^{1-\alpha}\right]$.

При этом краевое условие (9) запишется в виде

$$u_{\alpha,n}^k(r,0)=\tau_n^k(r),\quad u_{\alpha,n}^k(r,1-r)=\sigma_{\ln}^k(r),\quad 0\le r\le 1, \qquad (12)$$

$$\tau_n^k(r)=r^{\frac{m-1}{2}}\bar{\tau}_n^k(r),\qquad \sigma_{\ln}^k(r)=r^{\frac{m-1}{2}}\bar{\sigma}_n^k(r),\qquad k=\overline{1,k_n},\ n=0,1,\ldots.$$

Наряду с уравнением (11) рассмотрим уравнение

$$L_0 u_{0,n}^k \equiv u_{0,nrr}^k - u_{0,nx_0x_0}^k + \frac{\left[(m-1)(3-m)-4\lambda_n\right]}{4r^2} u_{0,n}^k = f_{0,n}^k(r,x_0). \qquad (13)$$

Имеет место следующая функциональная связь, как доказано в [4] (см. также [15]), между решениями задачи Коши для уравнений (11) и (12).

Утверждение 1. Если $u_{0,n}^{k,l}(r,x_0)$ - решение задачи Коши для уравнения (13), удовлетворяющее условию

$$u_{0,n}^{k,l}(r,0) = \tau_n^k(r), \frac{\partial}{\partial x_0} u_{0,n}^{k,l}(r,0) = 0, \qquad (14)$$

то функция

$$u_{\alpha,n}^{k,l}(r,x_0) = \gamma_\alpha \int_0^1 u_{0,n}^{k,l}(r,\xi x_0)(1-\xi^2)^{\frac{\alpha}{2}-1} d\xi \equiv 2^{-1}\gamma_\alpha \Gamma\left(\frac{\alpha}{2}\right) x_0^{1-\alpha} D_{0x_0^2}^{-\frac{\alpha}{2}}\left[\frac{u_{0,n}^{k,l}(r,x_0)}{x_0^2}\right] \qquad (15)$$

есть решение уравнения (11), при $\alpha > 0$ с данными (14).

Утверждение 2. Если $u_{0,n}^{k,l}(r,x_0)$ - является решением задачи Коши для уравнения (13), удовлетворяющее условию

$$u_{0,n}^{k,l}(r,0) = \frac{\nu_n^k(r)}{(1-\alpha)(3-\alpha)\ldots(2s+1-\alpha)}, \qquad \frac{\partial}{\partial x_0} u_{0,n}^{k,l}(r,0) = 0,$$

то при $0 < \alpha < 1$ функция

$$u_{\alpha,n}^{k,2}(r,x_0) = \gamma_{2-\alpha+2s}\left(\frac{1}{x_0}\frac{\partial}{\partial x_0}\right)^s \left[x_0^{1-\alpha+2s}\int_0^1 u_{0,n}^{k.1}(r,\xi x_0)^{\left(1-\xi^2\right)^{s-\frac{\alpha}{2}}} d\xi\right] \equiv$$

$$\equiv \gamma_{2-\alpha+2s} 2^{s-1}\Gamma\left(s-\frac{\alpha}{2}+1\right) D_{0x_0^2}^{\frac{\alpha}{2}-1}\left[\frac{u_{0,n}^{k,l}(r,x_0)}{x_0}\right] \qquad (16)$$

Является решением уравнения (11) с начальными данными

$$u_{\alpha,n}^{k,2}(r,0) = 0, \lim_{x_0\to 0} x_0^\alpha \frac{\partial}{\partial x_0} u_{\alpha,n}^{k,2} = \nu_n^k(r),$$

где $\sqrt{\pi}\Gamma\left(\frac{\alpha}{2}\right)\gamma_\alpha = 2\Gamma\left(\frac{1+\alpha}{2}\right)$, $\Gamma(z)$ – гамма функция, D_{0t}^α – оператор Римана – Лиувилля [16], а $s \ge 0$ - наименьшее целое число, удовлетворяющее неравенству $2-\alpha+2s \ge m-1$. При этом функции $f_{\alpha,n}^k(r,x_0)$, $f_{0,n}^k(r,x_0)$ связаны формулами (15) в случае утверждения 1 и (16) в случае утверждения (2).

Теперь будем решать задачу (11), (12). Ее решение будем искать в виде

$$u_{\alpha,n}^k(r,x_0) = u_{\alpha,n}^{k,1}(r,x_0) + u_{\alpha,n}^{k,2}(r,x_0),$$

где $u_{\alpha,n}^{k,1}(r,x_0)$ - решение задачи Коши (11),(14), а $u_{\alpha,n}^{k,2}(r,x_0)$ - решение задачи Дарбу для уравнения (11) с условием

$$u_{\alpha,n}^{k,2}(r,0) = 0, \quad u_{\alpha,n}^{k,2}(r,1-r) = \sigma_{1n}^k(r) - u_{\alpha,n}^{k,1}(r,1-r), \quad 0 \le r \le 1, \qquad (17)$$

где $k = \overline{1,k_n}, \quad n = 0,1,\ldots$

В [4] показано, что задача Коши (13), (14) однозначно разрешима. Учитывая обратимость оператора D_{0t}^{α} [16], из утверждения 1 получаем, что задачи Коши (11), (14) также однозначно разрешима.

Далее, опираясь на формулу (16), задачу Дарбу (11), (17) сводим к задаче Дарбу для уравнения (13) с условием

$$\frac{\partial}{\partial x_0} u_{0,n}^{k,1}(r,0)=0, \quad u_{0,n}^{k,1}(r,1-r)=g_n^k(r), \tag{18}$$

где $g_n^k(r)$ - известная функция выражающаяся через функций $\tau_n^k(r),\ \sigma_{1n}^k(r),\ k=\overline{1,k_n},\ n=0,1,...$.

В [13] показано, что задача (13), (18) имеет единственное решение. Значит, задача (11), (17) также имеет единственное решение.

Таким образом, показано, что задача (11), (12) однозначно разрешима.

Следовательно, сначала решив задачу (6), (9) (n=0), а затем (7), (9) (n=1), и т.д. найдем последовательно все $\bar{u}_n^k(r,t),\ k=\overline{1,k_n},\ n=0,1,...$

Далее, аналогично [11,12] доказывается, что функция (4) является решением задачи (1), (2), где $\bar{u}_n^k(r,t)$ определяются из двумерных задач Дарбу, и принадлежит искомому классу.

По вышеуказанной схеме устанавливается существования решения задачи (1), (3).

Теорема доказана.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бицадзе А.В. К теории одного класса уравнений смешанного типа // Некоторые проблемы математики и механики, Л.:Наука,1970-112-119с.

[2] Бицадзе А.В. Некоторые классы уравнений в частных производных, М.:Наука,1981-448с.

[3] Проттер М. Х. Новые краевые задачи для волнового уравнения и уравнении смешанного типа, Журнал рациональной механики и анализа, № 3(1954), с. 435-446.

[4] Алдашев С.А. Краевые задачи для многомерных гиперболических и смешанных уравнений, Алматы: Гылым, 1994, 170с.

[5] Алдашев С.А. Вырождающиеся многомерные гиперболические уравнения, Орал: ЗКАТУ, 2007- 139с.

[6] Нуржанов Ш.Т. Задачи Дарбу – Проттера для вырождающихся многомерных гиперболических уравнений: Диссертация кандидат физико-математический наук, Алматы, 2000-67с

[7] Алдашев С.А. Критерий единственности решения задачи Дарбу – Проттера для вырождающихся многомерных гиперболических уравнений, //Украинский математический журнал, 2003,т.55,№1,с.1569-1575с

[8] Алдашев С.А. Корректность задачи Дирихле для вырождающихся многомерных гиперболо – параболических уравнений, //Владикавказский математический журнал, 2014, т.16, выпуск 4, с 3-

[9] Алдашев С.А., Уаисов Б.У. Критерий однозначной разрешимости спектральных задач Дирихле и Пуанкаре для многомерного Геллерстедта, // Известия НАН РК, серия «физико- математические науки», 2015, №4,с.120-124.

[10] Алдашев С.А. Многомерная задача Дирихле для одного класса сингулярных гиперболических уравнений, //Научные ведомости, БелГУ, математика, физика, 2016, №13(234), выпуск 43, с.18-23.

[11] Алдашев С.А., Ермекбаев Е.Ж. О критерии единственности решения задачи Дарбу – Проттера для многомерных гиперболических уравнений с вырождением типа и порядка, //Материалы международного российско-казахского симпозиума. «Уравнения смешанного типа и родственные проблемы анализа и информатики», Нальчик: НИИ ПМА РАН, 2004, с.18-20.

[12] Алдашев С.А., Ермекбаев Е.Ж. Критерий единственности решения задачи Дарбу-Проттера для многомерных гиперболических уравнений с вырождением типа и порядка. //Вестник КазНПУ, серия «физико-математические науки», 2006, №1(15), с.10-17.

[13] Алдашев С.А. О задачах Дарбу для одного класса многомерных гиперболических уравнений //Дифференциальные уравнения, 1998. т.34,№1, с.64-68.

[14] Михлин С.Г. Многомерные сингулярные интегралы и интегральные уравнения, М.:Физматгиз, 1962, 143с.

[15] Терсенов С.А. Введение в теорию уравнений, вырождающихся на границе – Новосибирск: НГУ, 1973, 143с.

[16] Нахушев А.М., уравнения математической биологии – М:Высшая школа, 1995,301с.

Уаисов Б.

Реті мен түрі нұқсандалған көпөлшемді гиперболалық теңдеулер үшін дарбу-проттер есебі

Түйіндеме: Қарастырылған жұмыста, яғни реті мен түрі нұсқандалған көпөлшемді гиперболалық теңдеулер үшін Дарбу-Проттер есебінде, оның шешімінің жалғыздығы дәлелденіп және шешімінің бар болатындығы көрсетілген.

Түйінді сөздер: Дарбу-Проттер есебі, көп өлшемді теңдеу, реті мен түрі нұқсандалған, сфералық функциялар, есептің шешілетіндігі.

Uaisov B.

The Darboux-Protter task for multidimensional hyperbolic equations with type and order degeneracy

Summary: the Darboux-Protter evaluates his unique solution may be rpoved by multidimensional hyperbolic equations with type and order degeneracy and priority order.

Keywords: Darboux-Protter task, multidimensional equation, type and order degeneration, spherical functions, resolvability.

УДК 519.86; 330.46

G.Sh. Mussagulova, K.S. Baisholanova
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan
E-mail:gulnur.mussagulova88@gmail.com, baisholanova.k@gmail.com)

OPTIMIZATION CONTROL OF ECONOMIC INVESTMENTS IN THE DYNAMIC REGIME BASED ON THE BELLMAN PRINCIPLE

Abstract. Effective management of investment activities is the main condition for structural changes in the economy, which affect the economic growth and competitiveness of business. The country's production potential depends on the investment optimal management, its efficiency and the national income growth. Dynamic programming is an optimization method in which the decision-making process is divided into separate stages. Unlike linear programming, dynamic programming does not contain a universal method for solving problems; so many problems have their own individual characteristics and require a special approach. The main method of dynamic programming is the method of recurrence relations, based on the use of optimality principle. The principle basis is that whatever the initial state at any step and management, selected at this step, subsequent control should be selected with respect to the optimal condition to which the system finishes at the end of this step. The article shows the method of optimal distribution of investments using methods of dynamic programming. The advantages of dynamic programming according to the optimality principle developed by R. Bellman are shown. An example of the problem solution about optimal investments distribution according to the Bellman principle is given.

Keywords: optimization method, investment management, Bellman's optimality principle, dynamic programming, mathematical model.

Г.Ш. Мусагулова, К.С. Байшоланова
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан
E-mail:gulnur.mussagulova88@gmail.com, baisholanova.k@gmail.com)

ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ИНВЕСТИЦИЯМИ В ДИНАМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПА БЕЛЛМАНА

Аннотация. Эффективное управление инвестиционной деятельностью предприятий являются главными условиями структурных изменений хозяйства, которые влияют на экономический рост и уровень конкурентоспособности предприятий. От оптимального управления инвестиций зависит производственный потенциал страны, его эффективность и рост национального дохода. Динамическое программирование представляет собой метод оптимизации, в котором процесс принятия решения разбит на отдельные этапы. В отличие от линейного программирования динамическое программирование не содержит универсального метода решения задач, поэтому многие задачи имеют свою индивидуальную особенность и требуют специального подхода. Основным методом динамического программирования является метод рекуррентных соотношений, основанный на использовании принципа оптимальности. Основа принципа такова, что каковы бы ни были начальное состояние на любом шаге и управление, выбранное на этом шаге, последующие управления должны выбираться оптимальными относительно состояния, к которому система придет в конце данного шага. В статье показан метод оптимального распределения инвестиций методами динамического программирования. Показаны преимущества динамического программирования по принцип оптимальности, разработанный Р. Беллманом. Приведен пример решения задачи об оптимальном распределении инвестиций по принципу Беллмана.

Ключевые слова: метод оптимизации, управление инвестициями, принцип оптимальности Беллмана, динамическое программирование, математическая модель.

Одним из основополагающих условий экономического прогресса и благополучия общества является эффективная инвестиционная деятельность. Повышение объемов инвестиций и эффективное управление инвестиционной деятельностью предприятий являются главными условиями структурных изменений хозяйства, которые влияют на экономический рост и уровень конкурентоспособности предприятий. От оптимального управления инвестиций зависит производственный потенциал страны, его эффективность и рост национального дохода.

Современный этап развития экономики характеризуется быстрыми изменениями, происходящими на рынке производства за счет научных и технологических прорывов и сокращением сроков жизненных циклов продукции. Учитывая быстроменяющуюся конъюнктуру рынка, для дальнейшего роста и поддержания конкурентоспособности предприятиям необходимо постоянно реализовывать инвестиционные проекты. Ограниченность инвестиций, короткие сроки продуктов и быстроменяющиеся условия реализации инвестиционных проектов под воздействием рыночных факторов вызывают необходимость оптимизировать управление инвестиционным процессом. Поэтому актуальной является задача распределения финансовых ресурсов во времени (по периодам) так, чтобы максимизировать накопленный экономический эффект за весь срок жизненного цикла продукта, т.е. стоит задача определения оптимального графика инвестиций. При наличии нескольких направлений инвестиционных проектов возникает необходимость оптимального распределения денежных средств с учетом факторов времени между проектами.

Таким образом, стоит задача разработка информационных систем на основе математических моделей и методов оптимизации распределения капитальных вложений в динамическом программировании. Разработка программной среды даёт возможность предпринимателю улучшать инвестиционную привлекательность предприятия и будет полезным для любого заинтересованного человека при выборе наиболее оптимальных вариантов распределения имеющих денежных средств с целью увеличение прибыли[1].

Проблемы принятия эффективных инвестиционных решений всегда находились в центре внимания экономической науки. На начальных этапах этой проблемы большой вклад в науку внесли выдающиеся зарубежные исследователи. Большое количество зарубежных и отечественных исследователей занимались решением статических задач оптимизации параметров инвестиционных проектов и программ. Значительное меньшее количество работ посвящено решению динамических оптимизационных задач при реализации инвестиционных проектов, которые учитывают временную связь между периодами проекта[2-7].

Вопросы оптимального управления инвестициями в динамической постановке рассматривались в трудах С.М. Асеева, В.А. Горелика, А.А. Иващенко, А.Ф. Кононенко, Ю.В. Косачёва, А.А. Красовского, А.В. Кряжимского, А.В. Медведева, Д.А. Новикова, О.В. Павлова, П.Н. Победаш, А.М. Тарасьева.

Анализ данных вопросов показал, что определения оптимального графика инвестиций проекта с учетом ограниченного срока жизни не получила должного решения. Кроме того, в настоящее время не решена задача определения инвестиционной программы, в которой проекты выбирались бы с учетом оптимального графика инвестиций по каждому из них[4]. Исследуя публикаций по данной теме мы четко узнаем, что использование метода динамического программирования в рамках задачах экономического содержания уделяется достаточно много внимания в работах зарубежных авторов (Е. С. Вентцель[9], М. С. Красс[10], Н. Ш. Кремер[11], В. И. Соловьев[12], А. И. Стрикалов[13], С. И. Чернышев[8], Дж. Лайтхилл[14] и др). Высоко оценивая результаты, полученные в работах перечисленных авторов, можно отметить, что с учетом экономических преобразований конкретные практические задачи, решаемые с использованием метода динамического программирования, актуальны и в настоящее время[5-8].

Метод динамического программирования хорошо известен и имеет большое прикладное значение. Его возникновение связано с именем американского ученого Р. Беллмана, который в начале 50-х годов сформулировал так называемый «принцип оптимальности». Принцип оптимальности, разработанный Р. Беллманом, позволил многим исследователям решать задачи экономико-математического моделирования и внедрять их в практическую деятельность. Основная его суть заключается в следующем: оптимальная политика обладает тем свойством, что каковы бы ни были начальное состояние и начальное решение, последующие решения должны соответствовать оптимальной политике по отношению к состоянию, вытекающему из первого

решения. Решая его, можно найти решение целого семейства задач, частным случаем которых является задача оптимального распределение капитальных вложений.

Рассмотрим суть динамического программирования на примере оптимального управление капитальных вложений между предприятиями с учетам времени.

Пусть F- будет установленный фонд инвестиций, который нужно распределить между предприятиями. Количество предприятий – n. Если на i-ом предприятие была осуществлена инвестиция в размере y_i, тогда функция $E_i(y_i)$ – показатель эффективности распределение, который отражает увеличение выпуска продукции на i-ом предприятие. Предположим, функция эффективности $E_i(y_i)$возрастающая при каждом $\forall i = \overline{1,n}$, $0 \le y_i \le F$, то есть $\frac{dE_i}{dy_i} > 0$. Это означает, что увеличение эффективность реализации капитальных вложений будет пропорционально увеличением объемов. Явно заметно, что оптимальное распределение инвестиций должно быть таким, чтобы общее увеличение продукции на всех предприятиях было максимальным, и чтобы заданный фонд капитальных вложений был полностью использован.

$$\sum_{i=1}^{n} E_i(y_i) \to max \quad (1)$$
$$\sum_{i=1}^{n} y_i = F \quad (2)$$
$$y_i \ge 0, i = \overline{1,n} \quad (3)$$

В общем случае модель (1)-(3) представляет собой нелинейную задачу математического программирования, которая может быть сведена к дискретной задаче оптимального управления. Введем обозначения:

$$n = T, i = t + 1, y_i = u(t), E_i(y_i) = -f_0(u(t), t), t = 0, \dots, T - 1.$$

Определим функцию $x(t)$дискретной переменной t следующим образом:

$$x(t+1) = x(t) + u(t),$$
$$x(0) = 0$$

Отсюда, если вычислим $u(t)$, который будет равен $u(t) = x(t+1) - x(t)$, то ограничение (2) преобразуется $u(t)$ следующим образом:

$$\sum_{i=1}^{n} y_i = \sum_{t=0}^{T-1} u(t) = \sum_{t=0}^{T-1} (x(t+1) - (x) = x(T) = F$$

Преобразуя (1),(3) согласно введенным обозначением, придем к следующей задаче:

$$x(t+1) = x(t) + u(t), t = 0, \dots, T - 1, \quad (4)$$
$$x(0) = 0 \quad (5)$$
$$x(T) = F \quad (6)$$
$$u(t) \ge 0, t = 0, \dots, T - 1, \quad (7)$$
$$J = \sum_{t=0}^{T-1} f_0(u(t), t) \to min. \quad (8)$$

Это дискретная задача оптимального управления с суммарным критерием качества для линейной системы с закрепленными концами. Вместо функционала (8) будем рассматривать функционал с терминальным членом:

$$J^*(x, u) = \sum_{t=0}^{T-1} f_0(u(t), t) + M[x(T) - F]^2,$$

где $M > 0$ –произвольно большое число. Не трудно заметить, что функционал J^* будет достигаться минимума тогда, когда терминальный член равен нулю, то есть когда $x(T) = F$. Поэтому ограничение на правом конце можно не рассматривать. Таким образам, нам следует решить следующую задачу:

$$x(t+1) = x(t) + u(t), t = 0, \dots, T-1,$$
$$x(0) = 0$$
$$u(t) \geq 0, t = 0, \dots, T-1,$$
$$J^*(x,u) = \sum_{t=0}^{T-1} f_0(u(t),t) + M[x(T) - F]^2 \to min$$

Запишем уравнение Беллмана:

$$\psi(x,t) = \min_{V \geq 0}[f_0(V,t) + \psi[x+V, t+1], t = 0, \dots, T-1$$
$$\psi(x,t) = M(x-F)^2$$

Проведем вычисления для случая $T = 3, F = 20$, и пусть

$$f_0(V,t) = \begin{cases} 0.5V^2 - 12V, & t = 0 \\ 0.4V^2 - 18V, & t = 1 \\ 0.8V^2 - 26V, & t = 2 \end{cases}$$

Шаг1. Для $t = 2$ имеем

$$\psi(x,2) = \min_{V \geq 0}[0{,}8V^2 - 26V + M(x+V-20)^2]$$

Как указано выше что $M > 0$ –произвольно большое число, то минимум квадратной скобки будет достигаться, когда множитель $M(x+V-20)^2$ при M будет равно ноль. Из этого вытекает что, для оптимального значения $\hat{V}$ для $t = 2$ будем иметь

$$\hat{V}(x,2) = 20 - x. \tag{9}$$

При этом

$$\psi(x,2) = 0{,}8(20-x)^2 - 26(20-x) = 0.8x^2 - 6x - 200$$

Шаг 2. Для $t = 1$ имеем

$$\psi(x,2) = \min_{V \geq 0}[0{,}4V^2 - 18V + 0.8(x+V)^2 - 6(x+V) - 200] =$$
$$\min_{V \geq 0}[1.2V^2 - 24V + 1.6xV + 0.8x^2 - 6x - 200]$$

Не трудно заметить, что функция в квадратных скобках при каждом значении переменной **x** определяет параболу. По свойствам параболы нам известно что, когда коэффициента>0, то ветви параболы направлены вверх. Абсцисса вершины параболы определяется формулой

$$\bar{V} = -\frac{b}{2a} = \frac{24 - 1.6x}{2.4} = 10 - 0.67x$$

Для оптимального значения $\hat{V}$будем иметь с учетом округления:

$$\hat{V}(x,1) = \begin{cases} 10 - 0.67x & \text{если } x \le 15 \\ 0 & \text{если } x \ge 15 \end{cases} \tag{10}$$

Теперь можно подсчитать функцию Беллмана для $t = 1$ и оно будет равно:

$$\psi(x,1) = \begin{cases} 0.2668x^2 + 10x - 320, & \text{если } x + V \le 15 \\ 0.8x^2 - 6x - 200, & \text{если } x + V \ge 15 \end{cases}$$

Шаг 3. Для $t = 0$ имеем

$$\begin{aligned} &\psi(x,0) \\ &= \min_{V \ge 0} \begin{cases} 0.5V^2 - 12V + 0.2668(x+V)^2 + 10(x+V) - 320, & x + V \le 15 \\ 0.5V^2 - 12V + 0.8(x+V)^2 - 6(x+V) - 200, & x + V \ge 15 \end{cases} \\ &= \min_{V \ge 0} \begin{cases} 0.76668V^2 - 2V + 0.5336xV + 0.26668x^2 + 10x - 320, & x + V \le 15 \\ 1.3V^2 - 18V + 16xV + 0.8x^2 - 6x - 200, & x + V \ge 15 \end{cases} \end{aligned} \tag{11}$$

Для 1-й параболы абсцисса вершины равно:

$$\bar{V} = \frac{2 - 0{,}5336x}{1.53336} = 1{,}3043 - 0{,}34799x$$

Отсюда для оптимального значения $\hat{V}$будем иметь с учетом округления:

$$\hat{V}(x,0) = \begin{cases} 1{,}3043 - 0{,}347990.67x & \text{если } x \le 3{,}75 \\ 0 & \text{если } x \ge 3{,}75 \end{cases} \tag{12}$$

Для 2-й параболы абсцисса вершины это:

$$\bar{V} = \frac{18 - 1{,}6x}{2{,}6} = 6{,}9231 - 0{,}6154x$$

В этом случае для оптимального значения $\hat{V}$ будем иметь:

$$\hat{V}(x,0) = \begin{cases} 6{,}9231 - 0{,}6154x & \text{если } x \le 11{,}2497 \\ 0 & \text{если } x \ge 11{,}2497 \end{cases} \tag{13}$$

Таким образом, в нашем примере задача имеет два решения. Для $x(0) = 0$ есть два варианта распределение и из двух вариантов выбераем вариант при критерий качества наименьше значима.

1-вариант: Согласно по формулам (9), (10), (12):

$$\begin{aligned} &u(0) = V(x,0)|_{x=0} = 1.3043 \\ &x(1) = x(0) + u(0) = 1.3043 \\ &u(1) = V(x,1)|_{x=1.3043} = 9.1304 \\ &x(2) = x(1) + u(1) = 10.4347 \\ &u(2) = V(x,2)|_{x=10.4347} = 9.5653 \end{aligned}$$

2-вариант: Согласно по формулам (9), (10), (13):

$$u(0) = V(x,0)|_{x=0} = 6.9231$$
$$x(1) = x(0) + u(0) = 6.9231$$
$$u(1) = V(x,1)|_{x=6.9231} = 5.384369$$
$$x(2) = x(1) + u(1) = 12.3074$$
$$u(2) = V(x,2)|_{x=12.3074} = 7.692531$$

Результаты вышео писанных вычислений привели к выводу о том, что динамическое программирование является основой принципа оптимальности Р.Беллмана, который позволяет решить задачи, такие как принятие эффективных решений инвестиционный политики экономического субъекта в динамическом режиме. А информационные системы, разработанные на основе данного подхода помогут принимать эффективные экономические решения.

ЛИТЕРАТУРА

[1]Карасева Р. Б. Оптимальное распределение инвестиций по объектам вложения методами динамического программирования // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – № 7 (июль). – 0,3 п. л.

[2]Вакулина Г. М., Тимофеева Г. А. Динамическое программирование с использованием нечеткой логики в планировании инвестиционных проектов // Известия уральского экономического университета. 2014. № 2 (52). С. 109–114.

[3]Григорьев А. М., Иванко Е. Е., Ченцов А. Г. Динамическое программирование в обобщенной задаче курьера с внутренними работами: элементы параллельной структуры // Моделирование и анализ информационных систем. 2011. Т. 18. № 3. С. 101−124.

[4]Дегтерев Д. А., Панков Э. П. Решение задачи синдицированного кредитования методом динамического программирования // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. Академика М. Ф. Решетнева. 2007. № 7. С. 48−50

[5]Сутягина Н. И. Метод динамического программирования при принятии микроэкономического решения// Вестник НГИЭИ – 2014. - №11(42) . С-72-77.

[6].Мошкова, Т.А. Оптимальное управление инвестициями в проекте промышленного предприятия / Т.А. Мошкова, О.В. Павлов // Экономические науки. - 2009. - № 2(51). - С. 295-299.

[7].Теория оптимального управления с приложением к задачам экономической динамики (для студентов специальности 6.040205 «Статистика») /сост. А.Л. Зуев. — Донецк: ДонНУ, 2012

[8]Чернышев С. И. Об использовании метода динамического программирования Р. Беллмана в задачах экономического содержания // Бизнес ин-форм. Научно-исследовательский центр индустриальных проблем развития РАН Украины. 2013. № 6. С. 110–119.

[9]Вентцель Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. М.: Наука. 1988. 208 с.

[10]Красс М. С., Чупрынов Б. П. Основы математики и ее приложения в экономическом образовании: учебник. 6-е изд., испр. М.: Издательство «Дело» АНХ, 2008. 720 с.

[11]Кремер Н. Ш., Путко Б. А., Тришин И. М. Фридман М. Н. Исследование операций в экономи-ке: учеб.пособие для вузов. М. : Издательство Юрайт, 2013. 438 с.

[12]Соловьев В. И. Методы оптимальных решений: учебное пособие. М.: Финансовый университет, 2012. 162 с.

[13]Стрикалов А. И., Печенежская И. А. Эконо-мико-математические методы и модели: пособие к решению задач. Ростов н/Д: Феникс, 2008. 348 с.

[14]Лайтхилл Дж., Хиорнс Р. У., Холлингдейл С. Х. и др. Новые области применения математики / Мн: Выш. школа, 1981. 494 с.

Мусагулова Г.Ш., Байшоланова К.С.

Effective management of economic investments is based on the Bellman principle.

Summary. The article shows the method of effective investment implementing the methods of dynamic programming. The advantages of dynamic programming using Bellman’s principle of optimality are also presented. An example of solving the problem of effective investments distribution according to Bellman’s principle is provided.

Key words: optimization method, investment management, Bellman's optimality principle, dynamic programming, mathematical model.

Мусагулова Г.Ш., Байшоланова К.С.

Беллман приципіне негізделген экономикалық инвестицияларды динамикалық жағдайда тиімді басқару.

Резюме. Мақалада динамикалық бағдарламалау әдістерін қолдана отырып, инвестицияларды тиімді бөлу әдісі талқыланады. Р. Беллмана әзірлеген оңтайлылық принципі бойынша динамикалық бағдарламалау артықшылықтары көрсетілген. Беллмана принципі бойынша инвестицияларды тиімді бөлу мәселесін шешу есептеріне мысал келтірілген.

Кілттік сөздер: тиімділеу әдістері, инвестицияны басқару, Беллман тиімділік принципі, динамикалық бағдарламалау, математикалық модель.

UDC 519.63;519.684;66.086.2

D.B. Zhakebayev, A.P. Kizbayev
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan. E-mail: assylzhan.kizbayev@gmail.com)

NUMERICAL SIMULATION OF OXIDATIVE DESULFURIZATION OF CRUDE OIL

Abstract. The poor quality of crude oil currently can obviously result in the high sulfur contents of oil products, which can lead to corrosion, catalyst poisoning, environmental pollution and other consequences. The conventional equipment cannot deal with the high sulfur compounds of crude oil during petroleum refining process. The increasing of sulfur content of crude oil also results in an increase in sulfur content in automotive gasoline, diesel fuel, and jet fuel. Decreasing the sulfur contents from crude oil becomes an urgent task. In this paper, we investigated one of the most efficient methods of desulfurization. On the basis of this method we developed numerical algorithm for simulation of oxidative desulfurization of crude oil.

Keywords: oxidative desulfurization, crude oil, electron-beam irradiation, numerical simulation.

Introduction

The increasing of sulfur content of crude oil also results in an increase in sulfur content in automotive gasoline, diesel fuel, and jet fuel. Sulfur (S) compounds in crude oils are undesirable as they create problems during refining as well as their commercial use. During refining, S-compounds tent to deactivate some catalysts used in oil processing and cause corrosion problems in pumping, pipeline and refining equipments. During the commercial use of fuel oils, S-compounds are transferred to sulfur oxides in combustion, and then to sulfates, acid rains, or other particulates which are harmful to the environment. With increasing environmental concerns, all developed and developing countries are implementing strict standards to limit the S-content in fuel oil. For example, the US have limited sulfur level in fuels to less than 10 and 15 ppm [1]. Fulfilling the required lower S-compounds specifications, represents a major operational and economic challenge for the petroleum refining industry [2-3]. Therefore, intensive study may help to find more economical and viable deep desulfurization technology.

Hydrodesulfurization (HDS) is a widely used commercial method to remove S-compounds in crude oils. In HDS, S-compounds are converted into H_2S and matching hydrocarbons in the presence of catalyst ($Co\text{-}Mo/Al_2O_3$) at high temperatures (300-340 ^oC) and pressures (20-100 atm of H_2), and H_2S is subsequently separated from crude oils and oxidized into elemental sulfur in the Clauss process. HDS process is efficient in eliminating sulfides thiol, disulfides, but is less effective for heterocyclic S-compounds such as thiophene (TS), dibenzothiophene (DBT) and their derivatives. Oxidative desulfurization (ODS) of petroleum products has been considered a promising method for deep desulfurization. It can be carried out under mild conditions, such as low temperature and low pressure. Electron-beam (EB) irradiation of crude oil at high temperature (400 ^oC) and high dose rates induces conversion of sulfur compounds into oxidized sulfur compounds [4-5]. Also there are a lot of combined technologies for desulfurization, such as microwave-catalytic hydrogenation method, the oxidative desulfurization in electrostatic fields, the ultrasonic/microwave-catalytic oxidation method [6]. Microwave energy can be used as the power for regeneration of the HDS catalyst. Integrating microwave, catalysis and hydrogenation together in the desulfurization become more efficient than using of each method separately.

Our paper is focused on the investigation of ODS of crude oil and its products under the EB irradiation. Developed a two-dimensional numerical algorithm for describing chemical conversions in multicomponent mixture. Mathematical model consists of: the equations of motion for multicomponent

mixture, where each component assumed to be an incompressible; equations of radiation transfer, and the equations of mass fraction for each component, taking into account the chemical kinetics. A simplified kinetic model reliably describes the cracking process. Verification and validation of the result of the constructed numerical algorithm is carried out. The developed numerical algorithm allows to describe the processes taking place in multiphase, multicomponent mixture under the influence of the EB irradiation.

Formulation of the problem

The high S containing multicomponent mixture is considered in a closed rectangular container. EB irradiation is carried out through the area of the top wall of the domain (Fig. 1). The process is assumed to be isothermal, thus, the heat transfer phenomenon is not considered. This process requires the establishment of mechanisms of mass transfer and chemical transformations between reacting components, while studying the influence of certain parameters on the process.

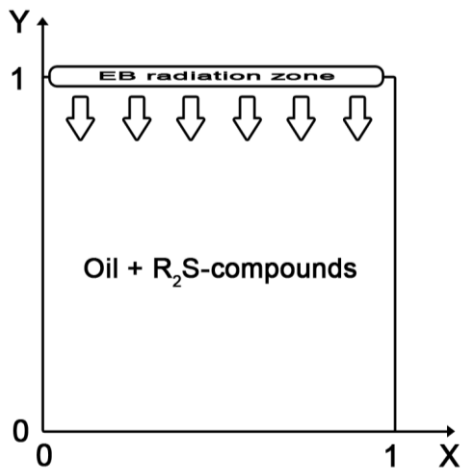


Fig. 1. Computational domain.

In container we consider crude oil product, where S-compounds are contains 50% of total mass. Other parts, 30% and 20%, belongs to oxidant and catalyst respectively. No-slip boundary condition is defined on all boundaries, velocity of the mixture is equal to zero (Table 1). The EB irradiation occurs on the top wall. The electrons are spread with intensity in downward direction s = (0,-1).

Table 1. **Initial and boundary conditions**

Initial condition			
t=0	$\mathbf{v}=0,$		
	$Y_{R_2S}=0.5,$	$Y_{MoO}=0.2,$	$Y_{H_2O_2}=0.3,$
	$Y_{R_2SO}=0,$	$Y_{MoO_2}=0,$	$Y_{H_2O}=0,$
	$Y_{R_2SO_2}=0.$		
Boundary condition			
x=0, x=1, y=0, y=1.	$\mathbf{v}=0,$ $\boldsymbol{n}\cdot\nabla Y_i=0,\quad i=1,\ldots,N.$		

Mathematical model

Mathematical model of simulation of EB radiation of incompressible multicomponent hydrocarbon mixture is based on the solution of momentum equation, continuity equation, mass fraction equation for each component and EB irradiation equation:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + \nabla \cdot (\mathbf{v} \cdot \mathbf{v}) = -\dfrac{1}{\rho}\nabla p + \dfrac{1}{\mathrm{Re}}\Delta \mathbf{v} + \boldsymbol{f}, \\ \nabla \cdot \mathbf{v} = 0, \\ \dfrac{\partial Y_i}{\partial t} + \mathbf{v}_i \cdot \nabla Y_i = \dot{\omega}_i,\ i = 1 \ldots N, \\ \dfrac{\partial I}{\partial t} + s\nabla I = -\alpha I \end{cases} \tag{1}$$

where $\mathbf{v}$ – speed of the mixture; Re = $\rho UL / \eta$ – kinematic viscosity of the mixture; ρ – density of the mixture; U – characteristic velocity; L – characteristic length; η – dynamic viscosity of the mixture; $\boldsymbol{f}$ – vector of external forces; Y_i – mass fraction of component i; $\dot{\omega}_i$ – mass production per unit volume due to the reaction of component i; $\mathbf{v}_i$ – velocity of component i; I – the intensity of the EB radiation; s – the direction of the EB radiation; α – non-dimensional coefficient of energy absorption of electrons for the mixture.

It is assumed that total mass fraction of component is equal to one:

$$\sum_{i=1}^{n} Y_i = 1.$$

and the mixture density ρ is determined by summing of partial densities of all components:

$$\rho = \sum_{i=1}^{N} \rho_i$$

Mass-averaged velocity of the mixture defined as

$$\mathbf{v} = \frac{1}{\rho}\sum_{i=1}^{n} \rho_i \mathbf{v}_i = \sum_{i=1}^{N} Y_i \mathbf{v}_i.$$

Coefficient of electron absorption calculated as

$$\alpha = \sum_{i=1}^{N} c_i \alpha_i.$$

where α_i – coefficient of energy absorption of electron for component i.

It is assumed that net production of mass is zero

$$\sum_{i=1}^{n} \dot{\omega}_i = 0.$$

The rate of mass production ω_i of component i per unit volume due to the reaction defined as

$$\omega_i = W_i \sum_{j=1}^{R} \left(b_{i,j} - a_{i,j}\right) \cdot \dot{\omega}_{i,j},$$

where W_i is the molar mass of the component i, R is the amount of reactions, $b_{i,j}$ and $a_{i,j}$ are stoichiometric coefficients, $\dot{\omega}_{i,j}$ is the reaction rate of component i and reaction j.

The reaction rate of component i and reaction j $\dot{\omega}_{i,j}$ is computed as

$$\dot{\omega}_{i,j} = k_j^f \prod_i^N \left[\frac{\rho Y_i}{W_i}\right]^{a_{i,j}} - k_j^b \prod_i^N \left[\frac{\rho Y_i}{W_i}\right]^{b_{i,j}}$$

where k_i^f and k_j^b are reaction rate constants of forward and backward reaction. The reaction rate constants are defined according to Nadirov's model [7].

Kinetics study of oxidative desulfurization

ODS is one of the promising method for deep desulfurization of crude oil. In ODS the S-compounds are oxidized to sulfones using an oxidant. The sulfone compounds are then easily separated from the crude

oil by solvent taking advantage of due their higher polarity. The oxidant donate oxygen atom to the S-compounds in sulfides, disulfides, thiols and their derivatives to form sulfones or sulfoxides [8]. Among these all oxidants, H_2O_2 has been proven as the best oxidant [9]. Advantage of the use of H_2O_2 are low cost, non-polluting, non-strongly corrosive and commercial availability. According to Bhutto et al. the main challenge using H_2O_2 as an ODS oxidant is the slow rate of reaction due to mass-transfer restriction in the biphasic oxidation process with the consequent energy consuming biphasic separation.

In ODS most of studies focused on molybdenum (Mo) based heterogeneous catalyst [10-12]. Zhu et al. investigated ODS using surfactant-type polyoxometalate-based ionic liquids. Sequence of reactions involved in catalytic desulfurization described as follow:

$$\begin{aligned}
&H_2O_2 + MoO \xrightarrow{k_1} MoO_2 + H_2O,\\
&MoO_2 + H_2O \xrightarrow{k_2} H_2O_2 + MoO,\\
&MoO_2 + R_2S \xrightarrow{k_3} MoO + R_2SO,\\
&MoO_2 + R_2SO \xrightarrow{k_4} MoO + R_2SO_2.
\end{aligned} \tag{2}$$

The first step of the reversible reaction is followed by oxidation phase reaction which leads to formation of R_2-SO and R_2-SO_2. Where R means the active radicals.

For reaction (2) considered seven components, they are H_2O_2, MoO, MoO_2, H_2O, R_2S, R_2SO, R_2SO_2. The rate of conversion of mass fraction for component *i* at reaction *j* is defined as [13]:

$$\begin{aligned}
&\dot{\omega}_{11} = k_1^f Y_1 Y_2 - k_1^b Y_3 Y_4, && \dot{\omega}_{21} = \dot{\omega}_{11}, && \dot{\omega}_{31} = \dot{\omega}_{41} = -\dot{\omega}_{11},\\
&\dot{\omega}_{32} = k_2^f Y_3 Y_4 - k_2^b Y_1 Y_2, && \dot{\omega}_{42} = \dot{\omega}_{32}, && \dot{\omega}_{12} = \dot{\omega}_{22} = -\dot{\omega}_{32},\\
&\dot{\omega}_{33} = k_3^f Y_3 Y_5 - k_3^b Y_2 Y_6, && \dot{\omega}_{53} = \dot{\omega}_{33}, && \dot{\omega}_{23} = \dot{\omega}_{63} = -\dot{\omega}_{33},\\
&\dot{\omega}_{34} = k_4^f Y_3 Y_6 - k_3^b Y_2 Y_7, && \dot{\omega}_{64} = \dot{\omega}_{34}, && \dot{\omega}_{24} = \dot{\omega}_{74} = -\dot{\omega}_{34}.
\end{aligned}$$

The rate of total conversion for each component can defined by summing of all rate of reactions for current component

$$\begin{aligned}
&\dot{\omega}_1 = \dot{\omega}_{11} + \dot{\omega}_{12}, && \dot{\omega}_5 = -\dot{\omega}_{23}, && \dot{\omega}_7 = \dot{\omega}_{24},\\
&\dot{\omega}_2 = \dot{\omega}_1 - \dot{\omega}_5 + \dot{\omega}_7, && \dot{\omega}_3 = -\dot{\omega}_2, && \dot{\omega}_4 = -\dot{\omega}_1,\\
&\dot{\omega}_6 = -\dot{\omega}_5 - \dot{\omega}_7.
\end{aligned}$$

Numerical method

In this paper, we solve three-dimensional Navier-Stokes equation using a splitting scheme by physical parameters that consists of five stages.

At the first stage, the transfer of momentum is carried out only through convection and diffusion. The equation of motion is solved, without taking pressure into the account. For approximation of the convective and diffusion terms of the intermediate velocity field the finite-difference methods in combination three-point sweep method are used [14]. The three diagonal matrixes are solved by using the explicit scheme of Adams-Bashforth for convective terms and implicit scheme of Crank-Nicolson for the diffusion members.

$$\frac{\mathbf{v}^* - \mathbf{v}^n}{\tau} = -\mathbf{v}^n \cdot \nabla \mathbf{v}^* + \frac{1}{\mathrm{Re}} \Delta \mathbf{v}^* + \boldsymbol{f}.$$

The resulting intermediate velocity field does not satisfy the continuity equation. The exact expression for the new velocity field is obtained by adding to the intermediate field the term corresponding to the pressure gradient.

At the second stage the matrix sweep method is performed to obtain the solution of the Poisson equation, which is satisfies the continuity equation with considering the velocity field from the first stage [15].

$$\Delta p = \frac{\nabla \cdot \mathbf{v}^*}{\tau}.$$

The obtained pressure field used at the third stage to obtain the final velocity field.

$$\frac{\mathbf{v}-\mathbf{v}^*}{\tau}=-\nabla p.$$

At the fourth stage the volume fraction of hydrocarbon mixture components is calculated on the basis of the three-point sweep method using the Crank-Nicholson scheme with obtained velocity fields.

$$\frac{Y_k^{n+1}-Y_k^n}{\tau}=\frac{1}{2}\left(F^{n+1}-F^n\right)+\omega_k,$$

where $F^n=-\mathbf{v}\cdot\nabla Y_k$.

At the final step the radiation transfer equation is solved similar to the previous step.

$$\frac{I^{n+1}-I^n}{\tau}=\frac{s}{2}\left(G^{n+1}+G^n\right)-\alpha I^{n+1},$$

where $G^n=-\nabla I$.

Results and discussion

For studying influence of irradiation on the flow of multicomponent mixture, a number of computations of two-dimensional problem (1)-(3) within the area L = 1 x 1 are carried out. Computations have been performed on the equally spaced orthogonal grid with the following number of nodes 256 x 256 and along x, y axes accordingly. The non-dimensional time step is chosen equal to 0.001.

The mixture consists of seven components with different density, viscosity and coefficient of electron energy absorption. All components freely pass electrons except S-compounds. We assume that energy absorption of electrons for S-compounds is constant and it is equal to 0.1. EB radiation parameters are listed in table 2. Conversions of the component across the whole area occur in accordance with chemical reaction (2).

The ODS of S-componds with using catalyst Mo consists four steps, which are: first, the active peroxo species MoO_2 is regenerated form the reaction of MoO, when surfactant-type polyoxometalate-based ionic liquids, reacting with excess H_2O_2. Second, an oxygen transfer from the active MoO_2 to the sulfide leads formation of the transition state. Third, a complete O-transfer to the sulfide takes place, which yields the sulfoxide R_2SO and the MoO. Fourth, the active species, *i.e.*, MoO_2 takes part in the ODS, which leads to the resultant sulfone R_2SO_2 and the regeneration of the MoO.

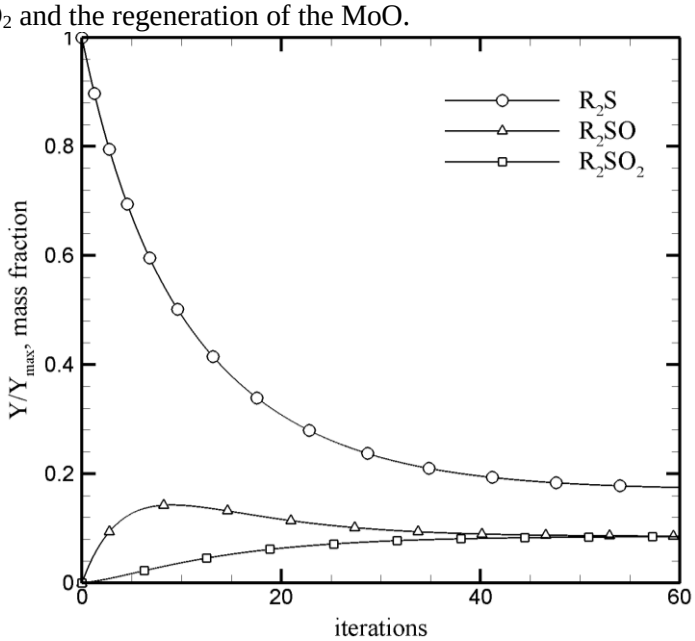


Fig. 2. Dynamics of production of R_2SO and R_2SO_2

Table 2. **Parameters of EB radiation.**

Parameters	Value
Energy activation, *E*	35 kJ / mol
Reaction rate constants, k^f, k^b	3×10^{-19} m^3 / (molecule·s)
Radiation-chemical yield of R, *G*	3.1 radicals / J
Dose rate, *P*	100 kGy

Conclusion

Organic sulfur compounds such as thiols, sulfides represent the main source of sulfur found in crude oil. Sulfur is the most abundant element in petroleum after carbon and hydrogen.

Strategies for heavy oil desulfurization were evaluated by reviewing desulfurization literature and critically assessing the viability of the various methods. The desulfurization methods such as hydrodesulfurization, oxidative desulfurization, biodesulfurization evaluated and investigated. We found that oxidative desulfurization is efficient for desulfurization of crude oil and its products. The results presented herein based on kinetic models of Nadirov N.K. and Zaykin Y.A. with dose rate of EB radiation up to 100kGy of heavy crude oil. Presented simple ODS steps with chemical reactions. Developed two-dimensional model and numerical algorithm for simulation of ODS of crude oil under EB irradation. This model includes momentum equation for multicomponent mixture, the equation of mass fraction with mechanism of conversion S-compounds into sulfones and sulfoxides and equation of radiation transfer. Numerical simulation allows to investigate the ODS of crude oil under different dose rate of EB irradiation.

For future we are planning to study the influence different catalysts to ODS.

REFERENCES

[1] Fallah R.N., Azizian S., Reggers G., Carleer R., Schreurs S., Ahenach J., Meynen V., Yperman J. Effect of aromatics on the adsorption of thiophenic sulfur compounds from model diesel fuel by activated carbon cloth // Fuel Processing Technology. – 2014. – V. 119. – P. 278-285.

[2] Mei H., Mei B.W., Yen I.F., A new method for obtaining ultra-low sulfur diesel fuel via ultrasound assisted oxidative desulfurization // Fuel. – 2003. – V. 82. – No. 4. – P. 405-414.

[3] Abro R., Abdeltawab A.A., Al-Deyab S.S., Yu G., Qazi A.B., Gao S. et al. A review of extractive desulfurization of fuel oils using ionic liquids // RSC Adv. – 2014. – V. 67. – No. 35. – P. 302-317.

[4] Zaykina R.F., Zaykin Y.A., Mamonova T.B., Nadirov N.K. Radiation methods for demercaptanization and desulfurization of oil products // Radiat. Phys. Chem. – 2002. – V. 63. – P 621-624.

[5] Zaikin Y.A., Zaikina R.F., Silverman, J. Radiation-thermal conversion of paraffinic oil // Radiat. Phys. Chem. – 2004. – V. 69. – P. 229-238.

[6] Liu L., Lu H., Qian J., Xing J. Progress in the Technology for Desulfurization of Crude Oil // China Petroleum Processing and Petrochemical Technology. – 2010. – V. 12. – No. 4. – P. 1-6.

[7] Nadirov N.K. Visokovyazkie nefti i prirodnie bitumi. – Almaty: Gylym, 2001. – V. 3. – 415 p.

[8] Zhao H., Baker G.A. Oxidative desulfurization of fuel oils using ionic liquids: A review // Front. Chem. Sci. Eng. – 2015. – V. 9. – No. 3. – P. 262-279.

[9] Bregeault J.M. Transition-metal complexes for liquid-phase catalytic oxidation: some aspects of industrial reactions and of emerging technologies // Dalton Trans. – 2003. – V. 17 – P. 3289-3302.

[10] Sikarwar P., Arun Kumar U.K., Vijayalakshmi G., Subbaramaiah V. Catalytic oxidative desulfurization of DBT using green catalyst (Mo/MCM-41) derived from coal fly ash // Journal of Environmental Chemical Engineering. – 2018. – V. 6, – No. 2. – P. 1736-1744.

[11] Zhu W., Zhu G., Li H., Chao Y., Zhang M., Du D., et al. Catalytic kinetics of oxidative desulfurization with surfactant-type polyoxometalate-based ionic liquids // Fuel Process Technologies. – 2013. – V. 106. – P. 70-76.

[12] Guo T., Jiang W., Ruan Y., Dong L., Liu H., Li H., Zhu W., Li H. Superparamagnetic Mo-containing core-shell microspheres for catalytic oxidative desulfurization of fuel // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. – 2018. – V. 537. – P. 243-249.

[13] Scassia C., Kennedy L.A. Calculating two-dimensional chemically reacting flows // AIAA Journal. – 1974. – V. 12. – No. 9. – P. 1268-1272.

[14] Kim J., Moin P. Application of a Fractional-Step Method to Incompressible Navier-Stokes Equations // Journal of Computational Physics. – 1985. –V. 59. – P. 308-323.

[15] Zhumagulov B.T., Zhakebayev D.B., Abdibekova A.U. The decay of MHD turbulence depending on the conducting properties of environment // Magnetohydrodynamics. – 2014. – V. 50, – No. 2.– P. 121-138.

Шикі мұнайды оттектік күкіртсіздендіру процесін сандық моделдеу

Түйіндеме. Шикі мұнай сапасының нашарлауы оның құрамындағы күкірттің шамадан тыс артық болуының бір себебі. Күкірт қоспаларына бай шикі мұнай қайта тасымалдау және өңдеу сатысында көптеген қиыншылықтар туындатады. Құбырлардың коррозияға ұшырауы, каталитикалық улануы, қоршаған ортаның улануына алып келеді. Жоғары күкірт қоспаларын шикі мұнайдан өңдеу үшін арнайы қондырғылар мен жаңа әдістер қажет, себебі дәстүрлі әдістердің тиімділігі төмен. Сол себепті шикі мұнай және мұнай өнімдерін күкірт қоспасынан тазарту өзекті тапсырма болып табылады. Аталмыш мақалада шикі мұнайды тиімді күкіртсіздендіру әдісін зерттелінді. Сол әдіске сүйене отырып шикі мұнайды оттектік күкіртсіздендіру процесін моделдеу үшін сандық алгоритм жасалынды.

Кілттік сөздер: оттектік күкіртсіздендіру, шикі мұнай, электронды-сәулелік сәулелендіру, сандық моделдеу.

Жакебаев Д.Б., Кизбаев А.П.

Численное моделирование окислительной десульфуризации сырой нефти

Резюме. Плохое качество сырой нефти может привести к высокому содержанию серы в нефтепродуктах, что может привести к коррозии, каталитическим отравлениям, загрязнению окружающей среды и другим последствиям. Увеличение содержания серы в сырой нефти также приводит к увеличению содержания серы в автомобильном бензине, дизельном и реактивном топливе. Поэтому, снижение содержания серы в сырой нефти является одной из актуальных задач в сфере переработки нефти. В этой статье мы исследовали один из наиболее эффективных методов десульфуризации. На основе этого метода был разработан численный алгоритм для моделирования окислительной десульфуризации сырой нефти.

Ключевые слова: окислительная десульфуризация, сырая нефть, электронно-лучевое облучение, численное моделирование.

УДК 621.432.3

A.M. Rakhimbekova, B.A. Yespayev
(Kazakh National University named after Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: r.aidana95@mail.ru)

THE DEVELOPMENT AND GENERATION OF MATHEMATICAL MODELS SYSTEM OF PISTON ENGINES AS A SINGLE DYNAMIC SYSTEM

Abstract. The article describes the basic principles of generating of the mathematical models system as a single dynamic system used to effective functioning of reciprocating engines. The engine indicator diagram, the flywheel inertia moment by the Gutyar method, the angular velocities and accelerations of the reciprocating internal combustion engines are described. The implementation is shown in the Maple programm.

Key words: internal combustion piston engine, mathematical model, dynamic system, flywheel, crank.

А.М. Рахимбекова, Б.А. Еспаев
(Казахский Национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Казахстан, r.aidana95@mail.ru)

РАЗРАБОТКА И ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ КАК ЕДИНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Аннотация. В статье рассматривается построение системы математических моделей как единой динамической системы, которые применяются для эффективности функционирования поршневых двигателей внутреннего сгорания и для определения параметров поршневых двигателей. Описывается нахождение индикаторной диаграммы двигателя, нахождение момента инерции маховика по методу Гутьяра, нахождение угловых скоростей и ускорений поршневого двигателя внутреннего сгорания. Реализация полученных вычислений показана в среде Maple.

Ключевые слова: поршневой двигатель внутреннего сгорания, математическая модель, динамическая система, маховик, кривошип.

Введение. Современное развитие теоретических исследований поршневых двигателей внутреннего сгорания описывается огромным количеством математических моделей. Учитывая высокий уровень данных моделей, комплексный анализ процесса функционирования поршневых двигателей как единой динамической системы остается актуальной проблемой[1]. Причиной тому

является, то что при проведении теоретических исследований происходит упрощение динамический свойств, следовательно, взаимосвязанные звенья сложной динамической системы в конечном итоге становятся разобщенные, в результате, полученные данные часто на практике приводят к неправильным выводам[2-4]. Таким образом, данная модель позволит определить параметры поршневых двигателей как единой динамической системы, соответственно она предназначена на эффективность функционирования. Развитие моделирования поршневых двигателей внутреннего сгорания в настоящее время происходит для увеличения точности вычислений, а также для минимизации временных и материальных затрат[5-7].

Сравнительно с уже существующими подходами в данной статье представлена математическая модель, которая обеспечит анализ функционирования поршневого двигателя внутреннего сгорания как единой динамической системы, опишет явления, которые присущи поршневым двигателям[8,9].

Данные и методы исследования. Был рассмотрен четырехтактный поршневой двигатель внутреннего сгорания. При динамических исследованиях индикаторные диаграммы, зависимые от перемещений ползунов (таблица 1), заменяются на характеристики, которые зависят от угла поворота φ кривошипа[10].

Таблица 1**. Значения индикаторной диаграммы**

s_B/l_{OA}	0	0,16535	0,59488	1,12702	1,59488	1,8974
ρ, Мпа	2,615	2,935	1,315	0,575	0,225	0,05
s_B/l_{OA}	2	1,8974	1,59488	1,12702	0,59488	0,16535
ρ, Мпа	0	0	0	0	0	0
s_B/l_{OA}	0	0,16535	0,59488	1,12702	1,59488	1,8974
ρ, Мпа	0	0	0	0	0	0
s_B/l_{OA}	2	1,8974	1,59488	1,12702	0,59488	0,16535
ρ, Мпа	0	0	0	0,05	0,39	1,36

Показана табличная зависимость индикаторного давления p от угла поворота θ кривошипа в узловых точках. Распространяем эту зависимость непрерывно на всю область $0 \le \varphi \le 4\pi$, используя приближение кубическими сплайнами (рисунок 1).

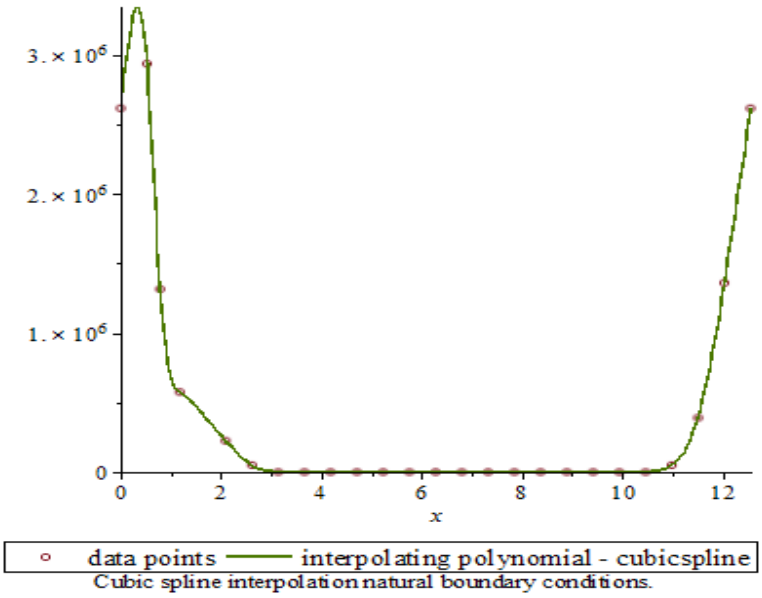


Рис.1. Зависимость индикаторного давления p от угла поворота θ кривошипа

Для того, чтобы уменьшить коэффициент неравномерности движения δ необходимо увеличивать приведенный момент инерции J. Это в результате может быть достигнуто установкой - маховик[11,12].

Для нахождения момента инерции маховика используется метод Гутьяра Е.М [13]. По сравнению с другими методами определения момента инерции маховика, он является более точным. По данному методу среднюю угловую скорость кривошипа считаем заданной, то есть $\omega_c = \omega_1$. Определяем максимальную и минимальную угловые скорости кривошипа, учитывая коэффициент неравномерности δ(рисунок 2):

$$\omega_{max} = \omega_c\left(1 + \frac{\delta}{2}\right) \quad (1)$$

$$\omega_{min} = \omega_c\left(1 - \frac{\delta}{2}\right) \quad (2)$$

Вычисляем значение функций для каждого из положений механизма:

$$\Phi_1 = A - \frac{1}{2} J_3 \omega_{min}^2 \quad (3)$$

$$\Phi_2 = A - \frac{1}{2} J_3 \omega_{max}^2 \quad (4)$$

Определяем минимальное значение F_{min} функции Φ_1 и максимальное значение F_{max} функции Φ_2

Приведенный момент инерции кривошипа вместе со всеми звеньями, которые связаны с ним постоянными передаточными отношениями, равен:

$$J_c = J_{pn} \quad (5)$$

Момент инерции маховика

$$J_м = \frac{(F_{max} - F_{min})}{\omega_c^2 \delta} - J_c \quad (6)$$

Если $J_{м1} > 0$, то принимаем, что момент инерции маховика $J_м = J_{м1}$. В другом случае маховик не нужен. Тогда полагаем, что $J_м = 0$[14].

Тогда момент инерции машины с маховиком:

$$J = J_3 + J_c + J_м \quad (7)$$

Анализ результатов.Реализация производится в среде Maple.

$p1 := plot([seq([\mathrm{SePhi}[i], \omega FINAL[i]], i = 1..\mathrm{N})], color = black);$

$p2 := plot(\omega MAX, \varphi 13 = 0..6.28 \cdot 2, color = orange);$

$p3 := plot(\omega MIN, \varphi 13 = 0..6.28 \cdot 2, color = red);$

$p4 := plot(\omega C, \varphi 13 = 0..6.28 \cdot 2, color = green);$

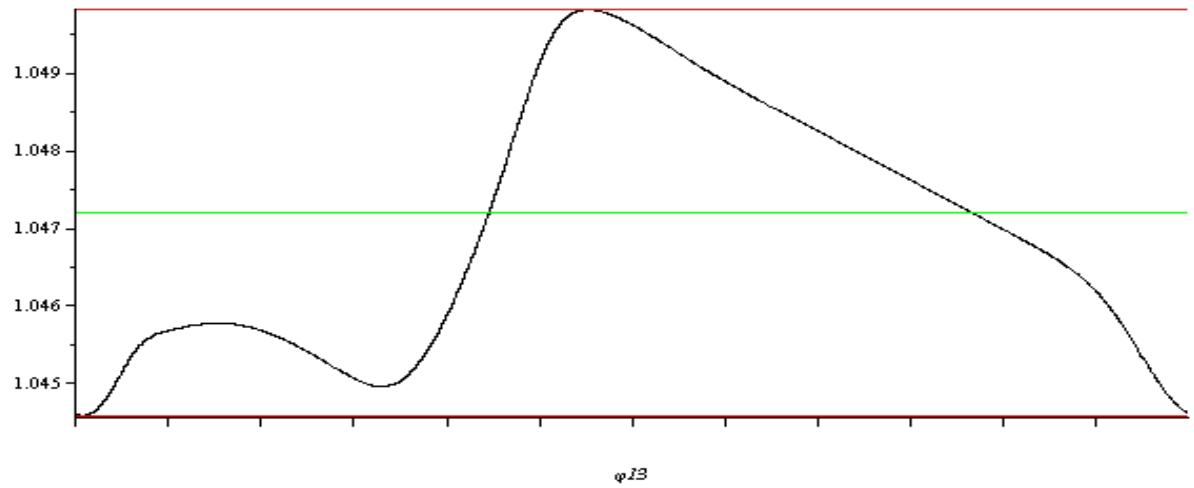


Рис. 2. Графики угловых скоростей в зависимости от угла поворота кривошипа.

Рассчитываем угловое ускорение кривошипа (рисунок 3):

$$\varepsilon_i = \omega_i \frac{\omega_{i+1} - \omega_{i-1}}{\varphi_{i+1} - \varphi_{i-1}} \tag{8}$$

При рассмотрении математической модели учитывается, что все силы и массы приведены к кривошипу[15].

К математической модели приложены: приведенный момент сопротивления M_c рабочей машины, момент М. По принципу Даламбера:

$$M - (J_M + J_c)\varepsilon + M_0 = 0 \tag{9}$$

Здесь M_c имеет отрицательный знак.

Из уравнения (9) внутренний момент М в валу кривошипа(рисунки 4 и 5):

$$M = -M_c + (J_M + J_c)\varepsilon \tag{10}$$

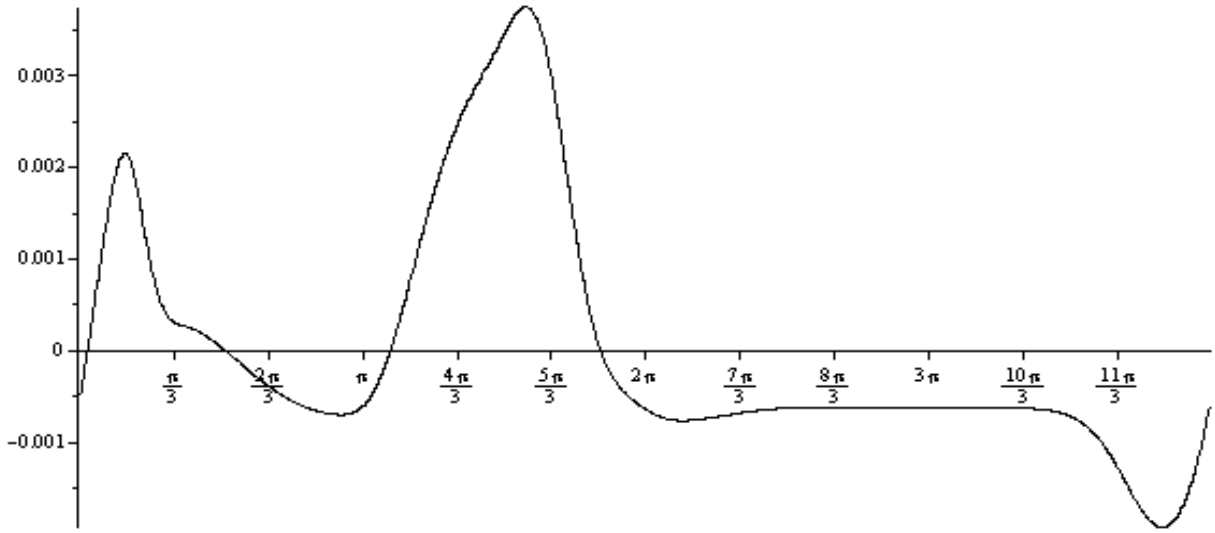


Рис. 3. График углового ускорения в зависимости от угла поворота кривошипа

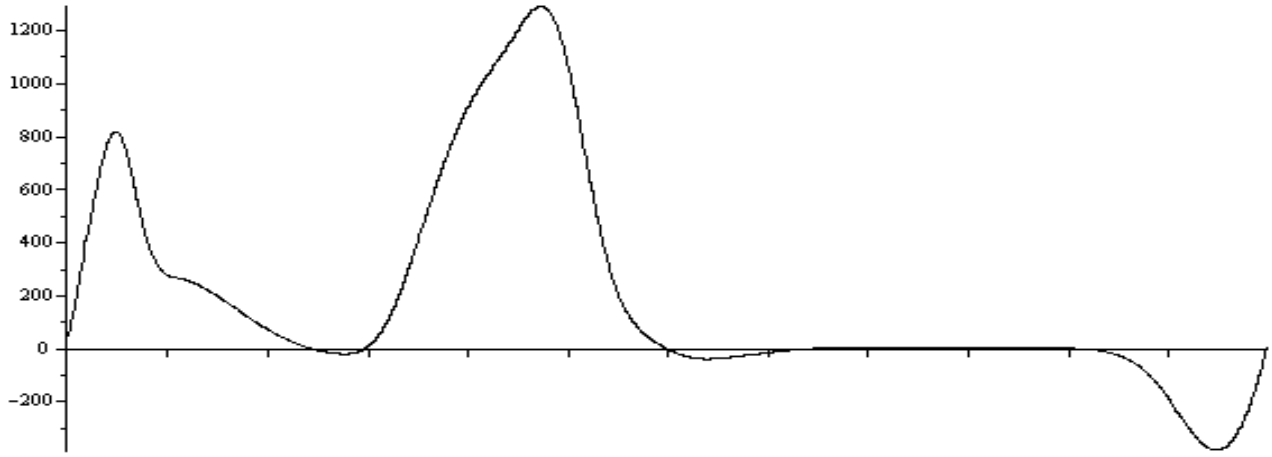


Рис. 4. График внутреннего момента М в валу кривошипа

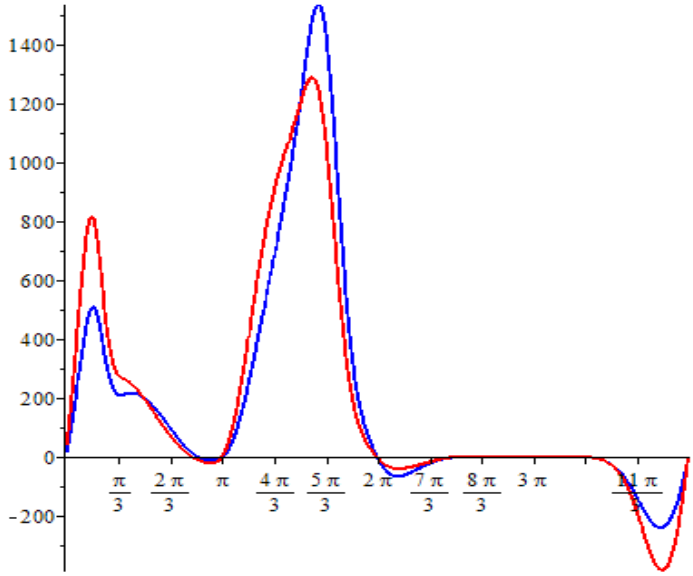


Рис. 5. График уравновешивающего момента M_k и внутреннего момента М в валу кривошипа

Выводы. Разработанная математическая модель позволяет описать работу двигателя как единой динамической системы, определить его параметры. Данная модель позволит ускорить процесс разработки поршневых двигателей внутреннего сгорания, а также заменить дорогостоящие натурные эксперименты на вычислительные, минимизировать материальные и временные затраты.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Хмелев Р.Н. Математическое и программное обеспечение системного подхода к исследованию и расчету поршневых двигателей внутреннего сгорания: монография / Р.Н. Хмелев. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2011. – 229 с.

[2] Яманин А.И. Компьютерно-информационные технологии в двигателестроении: учебное пособие / А.И. Яманин [и др.]. – М.: Машиностроение, 2005. – 480 с..

[3] Еременко А.И. Аналитическая кинематика и динамика рычажных механизмов.-М.:Наука,2010.- 173 с.

[4] Черноусов А.А. Рациональная математическая модель течения в газовоздушном тракте ДВС в квазиоптимальном приближении / А.А. Черноусов // Сб. науч. тр. междунар. конф. «Двигатель-2010». – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана,2010. – С. 279-283

[5] Двигатели внутреннего сгорания / А.С. Хачиян, К.А. Морозов, В.Н. Луканин и др.; Под ред. В.Н. Луканина. М.: Высшая школа, 1985.-311 с.

[6] Шатров М.Г. Формирование компонентов единого информационного пространства для обеспечения жизненного цикла двигателей внутреннего сгорания: дис... докт. техн. наук. / М.Г. Шатров; МАДИ (ГТУ) - М., 2007. - 403 с.

[7] Юлдашев А.К. Стенды для исследования двигателей внутреннего сгорания при неустановившихся нагрузках / А.К. Юлдашев, И.Н. Хайрутдинов. - Казань: Изд-во «Фэн», 2002.

[8] Малиованов М.В. ДВС как автоколебательная система / М.В. Малиованов, М.И. Семенчук // Изв. ТулГУ «Вопросы проектирования и эксплуатации автотранспортных средств и систем»: - Тула: Изд-во ТулГУ, 1995 - С. 132 - 143.

[9] Темнов Э.С. Разработка теоретических основ расчета и конструирования малоразмерных двигатель-генераторных установок как единой динамической системы:дис..канд. техн. наук / Э.С. Темнов. – Тула: ТулГУ, 2005.- 134 с.

[10] Янович Ю.В. Влияние закрутки потока во впускном канале на структуру движения заряда в цилиндре двигателя / Ю.В. Янович // Совершенствование мощностных экономических и экологических показателей ДВС: Матер.VIII Междунар. НПК. – Владимир: ВлГУ, 2001. – С. 268 – 271.

[11] Гоц А.Н. Выбор моделей долговечности деталей ДВС на стадии проектирования / А.Н. Гоц, В.В. Эфрос // Тракторы и сельскохозяйственные машины. -2007. -№ 6. С. 49 - 51.

[12] Двигатели внутреннего сгорания: Конструирование и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей / Д.Н. Вырубов [и др.]; под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. - М.: Машиностроение, 1984, - 384 с.

[13] Еникеев Р.Д. База знаний для проектирования ДВС / Еникеев Р.Д. // Двигателестроение. - 2007. - № 1. - С. 15-20.

[14] Кореняко, А.С. Теория механизмов и машин / А.С. Кореняко. – Киев: Вища шк., 1976. -443 с.

[15] Кавтарадзе Р.З. Теория поршневых двигателей. Специальные главы: учеб. для вузов / Р.З. Кавтарадзе //. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 720 с.

Рахимбекова А.М., Еспаев Б.А.

Біртұтас динамикалық жүйе ретінде поршеньді қозғалтқыштардың математикалық модельдер жүйелерін әзірлеу және құру

Түіндеме. Бұл мақалада, піспекті козғалтқыштың жұмыс істеуін зерттеу мақсатында қолданылатын математикалық жүйенің иерархиялық үлгісі біртұтас динамикалық жүйе ретінде көрсетіліп отыр. Сонымен қатар, қозғалтқыштың индикаторлық диаграммасы, сермердің Гутьяр әдісі бойынша инерция моменті, іште жанғыш піспекті қозғалтқыштың бұрыштық жылдамдығы мен үдеуі жайлы жазылған. Maple бағдарламалық қосымшада, айтылған үлгілердің мүмкіндігі көрсетілген және жүзеге асырылған.

Түйін сөздер: іште жанғыш піспекті қозғалтқыш, математикалық үлгі, динамикалық жүйе, сермер, кривошип.

Rakhimbekova A.M., Yespayev B.A.

The development and generation of mathematical models of piston engines as a single dynamic system

Summary. This article shows the mathematical model system used for studying a reciprocating internal combustion engine is represented as a single dynamic model. The engine indicator diagram, the flywheel inertia moment by the Gutyar method, the angular velocities and accelerations of the reciprocating internal combustion engines are described. The implementation is shown in the Maple programm.

Key words: internal combustion piston engine, mathematical model, dynamic system, flywheel, crank.

УДК 532.5; 54.03
ГРНТИ 27.35.45

B. Akhmetov, A. Seitov, T. E. Amanzholov, M. Tungatarova, A. Kaltayev
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan Satpayev University, Almaty, Kazakhstan GreenWell Mechanics” LLP, Almaty, Kazakhstan)

NUMERICAL STUDY OF COMBINED THERMAL ENERGY STORAGE SYSTEM

Abstract. Unlike many other renewables, solar power is by far the cleanest and it has a large potential for heating/cooling of buildings, providing hot water, etc. Unfortunately, solar energy value is periodic and unpredictable - for better use it must be stored for further utilization. In order to efficiently store solar energy, it is possible to combine two perspective heat storages as a kind of a hybrid system - latent heat accumulator (LHS) for short-term storage and borehole thermal energy storage (BTES) for seasonal storage. The authors of the current study have been funded by World Bank for 2017-19 to construct aforementioned hybrid system in Almaty, Kazakhstan. In the current research paper, they will provide their experimental and numerical research results related to the LHS and BTES system for the heating application of buildings.

Key words: Solar energy, phase change materials, nanomaterials, latent heat storage, borehole thermal energy storage, numerical modeling,

Introduction

A number of different technologies that make possible the use of solar energy for space heating (SH) and domestic hot water (DHW) supply are being suggested by different authors [1]. The main problem with using the solar energy for these purposes is its daily and seasonal variations and inconstancy. Therefore, in order to deliver thermal energy continuously for the SH and DHW systems, the solar energy must be stored for further utilization. Storage of solar energy in huge amounts allows its use all year round, regardless the time and weather conditions [2].

Different medium like water, phase change materials (PCM) and ground are being considered as energy storing medium. For example, Thermal Energy Storage Tank (TEST) and Aquifer Thermal Energy Storage (ATES) constitute seasonal solar thermal energy storage systems (SSTES) where the water is a storing medium. Each of them has their advantages and disadvantages. In the case of TEST, there is a high probability of water leakage problems [3]. Whereas in the case of ATES (i) the chemicals composition of the groundwater may cause corrosion of the metal equipment and piping system when circulating through the system; (ii) the groundwater flow may wash away the stored thermal energy and (iii) possible problems with clogging of hot/cold water wells, since the soil or rock usually easily enters the open circuit of the ATES circulation and so on.

When using ground as storing medium the average density of thermal energy is 60-70 kJ/kg. Main advantage of geothermal accumulator is its scalability as any number of new borehole heat exchangers can be added to the main boreholes system. Therefore, there is no volume limitation even if the energy density is low. As the circulation of the water occurs in a closed loop, therefore there is no direct interaction of soil and groundwater with the water circulating in the system.

The phase change materials have high storage density which is a huge advantage, which is about 330 kJ/kg, but they are expensive and have negative characteristics like volume change, phase segregation and low thermal conductivity that limits its wide distribution [3], [4]. New composite PCM materials with improved thermal conductivity and capacity are being developed in order to increase the systems efficiency and performance [5-8].

In the present paper the performance of LHS based on PCM as a component of Hybrid Thermal Energy Storage system analyzed for the following scenarios:

(i) Solar thermal energy collected by the means of solar collectors directly goes to the LHS accumulator that constitutes a vessel/tank filled with water and PCM containers which are placed in three concentric circles within the tank. The experimental investigation of thermo-physical properties of pure and nano-Al_2O_3 added paraffin waxes (PW) in the current study were carried out applying appropriate methods and facilities. Mathematical model which considers phase change, heat and mass transfer, the processes that occur during the systems operation of the STS, was developed. The system performance was predicted via numerical simulation using Comsol Multiphysics Software for given materials.

(ii) Arrangement of boreholes is of a key importance while constructing BTES accumulator. The set of borehole heat exchangers (BHE) has a cylindrical form. In summer when the solar radiation is abundant, the excess thermal energy goes for charging the geothermal accumulator. The heat carrier passes the group of BHE from the center to the edge of the cylinder, and vice versa while discharging. The performance of the BTES varies depending on the distance between borehole heat exchangers and the well pattern. The present paper shows temperature distribution in the geothermal accumulator for the cases of active and inactive aquifers.

Short term storage

Figure 1 illustrates the concept of sequentially connected LHS filled with pure or Al_2O_3-added PWs each having various phase change temperatures (PCT). When the solar heated working fluid is available to be stored for later applications, it is pumped into LHS 1, where heat is transferred to the PCM with the high PCT. The remaining thermal energy is further sequentially delivered to LHS 2 where the PCM has low PCT. Thus, the working fluid gradually cools as it leaves LHS 2 and returns to the solar collectors to further operate in the closed loop. Once the PCMs in both TESs is fully melted the charging process stops. In case of the discharging mode, the flow direction is reversed, where working fluid first enters the LHS 2 with PCM having low PCT, and then LHSs filled with PCM having high PCT, thus gradually gaining thermal energy from the sequentially connected LHS to deliver the energy for heating application purposes.

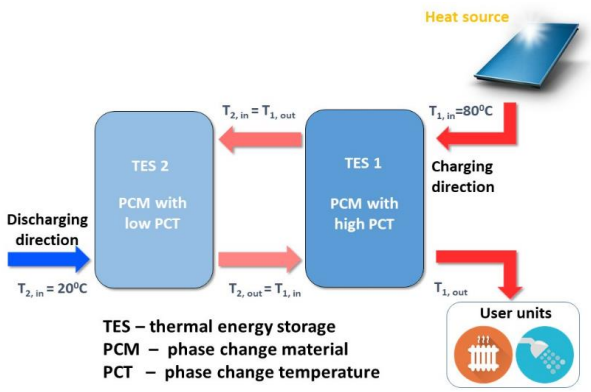


Figure 1. Schematic illustration of the sequentially connected LHS system

Detailed illustration of the LHS and its design features are shown in Figure 2. The storage vessel with 1.05 m height and 0.74 m diameter has 27 containers filled with PCM. PCM containers have circular cross section with diameter 0.09 m and height 95 cm. 27 PCM containers are placed as three concentric circles: external circle contains 16 of them, while the middle and inner circles have 8 and 3 containers respectively as shown in Figure 2. The storage vessel and PCM containers are made of AISI type 316 stainless steel. There are inlet apertures at the bottom of each PCM container to evenly deliver the working fluid into the storage tank. Similarly, outlet apertures are also located on the top of each PCM containers. Such distribution of inlet and outlet apertures improves the charging and discharging rate of each PCM containers, as if they are functioning as stand-alone LHS. In the numerical studies, depending on the charging/discharging direction, the temperature and velocity of outlet apertures of the neighboring LHS (Figure 2) are used as the inlet conditions for inlet apertures of next LHS in the sequence.

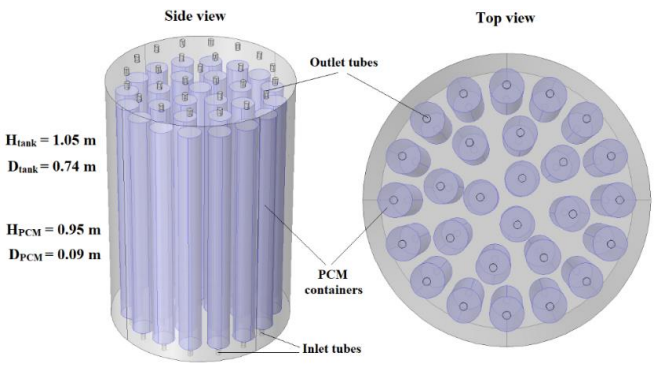


Figure 2. Design of the LHS

Mathematical modeling

The simulation of the processes within the LHSs is based on a three-dimensional (3D) space and time-dependent numerical analysis using Comsol Multiphysics. In fact, 3D simulation provides complete velocity field of the working fluid, solid-liquid interaction in terms of the pressure field, and thermal field within both PCM containers and the TES. Therefore, the dimensions of the computational domain coincide with the actual LHS design illustrated in Figure 2. In order to avoid unnecessary numerical calculations, some physical processes that have minor impact on the physics of the processes in the LHS were not taken into account. Thus, in the present numerical studies, the following assumptions were made:

1. Heat transfer does not occur between LHS and its surroundings since the vessel is insulated from all sides;
2. Fluid flow within the TES is considered as laminar;
3. Heat transfer through the PCM is conductive without free convection effect. In fact, the PCM is heated from all its sides though the walls of the slim circular container, hence, it takes little time to achieve completely melted PCM. In addition, paraffin is quite viscous when melted, therefore, it assumed that free convection does not significantly affect the heat transfer process between PCM and the working fluid;

4. In case of the PCM containers filled with Al_2O_3-PCMs, they are considered as homogeneous composite materials, and discontinuities in terms of the heat transfer across the highly conductive aluminum nanoparticles are negligible since amount of the nanoparticles constitute 2% and 4% of the PCM weight. Consequently, for transient thermal analysis by the numerical simulation, the effective thermal properties of the Al_2O_3-PCMs are applied measured by the characterization techniques described above.
In the numerical calculations, the mass and momentum equations (1) and (2) for incompressible fluid were used to describe the flow of the working fluid in the TES and the resulting velocity field is used in energy equation (3) to calculate the thermal field in the TES [9], [10]:

Mathematical model of the deposit must take into account the hydrodynamic and chemical processes taking place in the reservoir. Hydrodynamic modeling is carried out on the basis of the Darcy law [10], since the flow occurs in a porous medium:

$$\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}+\frac{\partial w}{\partial z}=0 \tag{1}$$

$$\left.\begin{aligned}
&\rho_f\frac{\partial u}{\partial t}+\rho_f\left(\frac{\partial(uu)}{\partial x}+\frac{\partial(uv)}{\partial y}+\frac{\partial(uw)}{\partial z}\right)=\\
&-\nabla p_f+\mu_f\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial z^2}\right)\\
&\rho_f\frac{\partial v}{\partial t}+\rho_f\left(\frac{\partial(vu)}{\partial x}+\frac{\partial(vv)}{\partial y}+\frac{\partial(vw)}{\partial z}\right)=\\
&-\nabla p_f+\mu_f\left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 v}{\partial z^2}\right)\\
&\rho_f\frac{\partial w}{\partial t}+\rho_f\left(\frac{\partial(wu)}{\partial x}+\frac{\partial(wv)}{\partial y}+\frac{\partial(ww)}{\partial z}\right)=\\
&-\nabla p_f+\mu_f\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 w}{\partial z^2}\right)+F_z
\end{aligned}\right\} \tag{2}$$

$$\rho_f c_f\frac{\partial T}{\partial t}+\rho_f c_f\left(u\frac{\partial T_f}{\partial x}+v\frac{\partial T_f}{\partial y}+w\frac{\partial T_f}{\partial z}\right)=\left(\frac{\partial}{\partial x}(k_f\frac{\partial T}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial y}(k_f\frac{\partial T}{\partial y})+\frac{\partial}{\partial z}(k_f\frac{\partial T}{\partial z})\right)+Q \tag{3}$$

where u, v, w - velocity components, ρ_f - density c_f - specific heat capacity; p_f - pressure, k_f - thermal conductivity of the heat carrier fluid. Moreover, Q - heat source within the storage tank.

Phase change processes in the PCM containers were modelled using the apparent heat capacity method coupled with the energy equation. According to the apparent heat capacity method, the latent heat is included in the heat capacity of the PCM as an additional term, and it is suitable to include solid-solid, solid-liquid liquid-solid phase transitions in desired order. Thus, the energy equation is:

$$\rho_p c_{P,PCM}\frac{\partial T}{\partial t}+\rho_p c_{p,PCM}\left(u_p\frac{\partial T}{\partial x}+v_p\frac{\partial T}{\partial y}+w_p\frac{\partial wT}{\partial z}\right)=\left(\frac{\partial}{\partial x}(k_p\frac{\partial T}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial y}(k_p\frac{\partial T}{\partial y})+\frac{\partial}{\partial z}(k_p\frac{\partial T}{\partial z})\right) \tag{4}$$

where ρ_p - density, $c_{p,PCM}$ - specific heat capacity; p_p - pressure, k_p - thermal conductivity of the phase change material in the containers.

Density, heat capacity and thermal conductivity equations that take into account the phase change processes [22-23]:

$$\rho_{PCM} = \theta\rho_{phase1} + (1-\theta)\rho_{phase2} \tag{5}$$

$$c_{p,PCM} = \frac{1}{\rho}(\theta\rho_{phase1}c_{p,phase1} + (1-\theta)\rho_{phase2}c_{p,phase2}) + L\frac{d\alpha}{dT} \tag{6}$$

a) b) c)

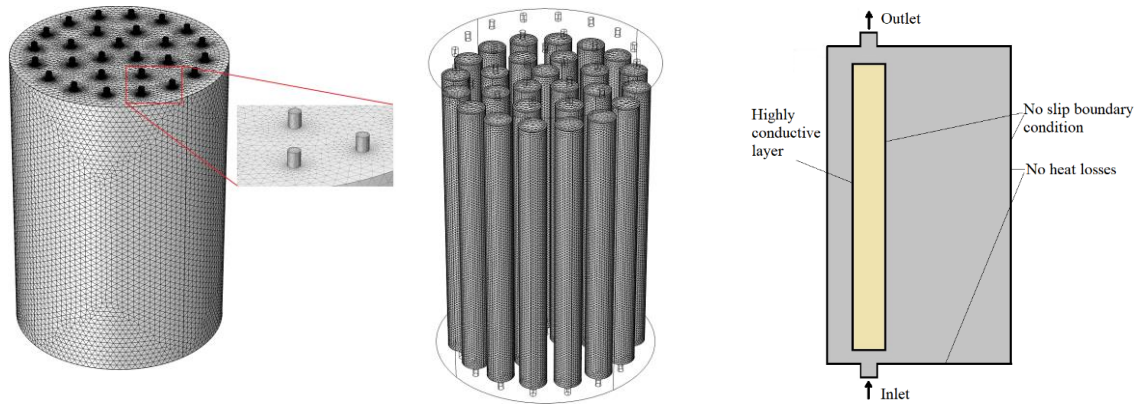


Figure 3. a) Meshing of the LHS; b) Meshing of the PCM containers;
c) Schematic description of the boundary conditions

$$k = \theta k_{phase1} + \theta k_{phase2} \tag{7}$$

$$\alpha = \frac{1}{2}\frac{(1-\theta)\rho_{phase2} - \theta\rho_{phase1}}{\theta\rho_{phase1} + (1-\theta)\rho_{phase2}} \tag{8}$$

Moreover, it is assumed that the phase transition occurs in a temperature interval $T_{PC} - \Delta T/2$ and $T_{PC} + \Delta T/2$, where ΔT is the difference between the temperatures of phase change start and completion. In ideal case, $1-\theta$ operate as the Heaviside function, that is, equal to 0 before phase change temperature T_{PC} and 1 after T_{PC} and $\frac{d\alpha}{dT}$ function as the Dirac pulse. Therefore, last term in the equation (6) is the enthalpy jump at phase change temperature $\frac{d\alpha}{dT}$ that is added in the form of latent heat. Moreover, since convective flow is not taken into account in the PCM containers, convective term in the energy equation (1.4) is not considered. Heat source term Q is neglected both in (3) and (4) due to the absence of heat source in the storage tank and PCM containers.

The fluid flow domain takes place within the LHS while the phase change processes takes place in the PCM containers. Therefore, equations (1) and (2) are solved at the nodes of the mesh that occupies the fluid flow domain in the LHS as shown in Figure 3, a) and the resulting velocity field is coupled with equation (3) to obtain the thermal field in the same numerical domain. Figure 3, b) shows the meshing of the numerical domain related to the PCM containers, where equations (4)-(7) were solved numerically by taking into account the heat transfer processes between the working fluid and the PCMs. With the purpose of justifying the validity of the numerical results a grid dependence test was performed on the temperature variation of PCM as a function of charging time. Pure paraffin wax (PW1) was considered as PCM and its temperature change was averaged across the containers to analyze the grid dependence of the numerical results regarding the phase transition of PCM in the storage tank.

Characterization of thermal properties

Understanding the heat transfer processes and the variation of the thermal properties of PCMs in relation to the solid-liquid and liquid-solid phase transitions throughout the temperature range of interest is

the prerequisite to develop energy efficient technologies based on PCMs. Several PCMs, including paraffin, have relatively low thermal diffusivity and thermal conductivity, which hinders them to be widely used in thermal systems. The development of PCMs enhanced with nanomaterials is one of the promising solutions to improve their low thermal properties. Addition of nanomaterials might lead to property changes, such as, shifting of the phase transition temperature range, variation of the density and the energy storage capacity of the PCM [5-18]. Therefore, studying of the phase transition processes and changes related to the thermal properties during heating and cooling of PCMs must be carried out by taking into account the mass ratios of PCM composing materials and applying appropriate methods of characterization. Thus, the experimental investigation of thermo-physical properties of pure and nano- Al_2O_3 added paraffin waxes (PW) in the current study were carried out applying appropriate methods and facilities. Based on the DSC measurements, the latent heats of melting and cooling, phase transition temperature range and specific heat capacity of PCMs were evaluated. The thermal diffusivity of these PCMs as a function of temperature was measured by means of LFA. The density of PCMs was evaluated using density meter.

Borehole thermal energy storage

One of the technologies, which allow storing thermal energy in a large-scale, is Underground Thermal Energy Storage (UTES). Such technology gives opportunity to store heat into the ground and groundwater in the summer, and extract it during winter. In a similar way, cold can be stored during winter and extracted in the summer for cooling purposes.

Several types of large-scale or seasonal thermal energy storages are well established worldwide. The most common systems are Borehole Thermal Energy Storage (BTES), Aquifer Thermal Energy Storage (ATES), Tank Thermal Energy Storage (TTES) and Pit Thermal Energy Storage (PTES). Along these technologies, BTES is the most efficient in terms of economics.

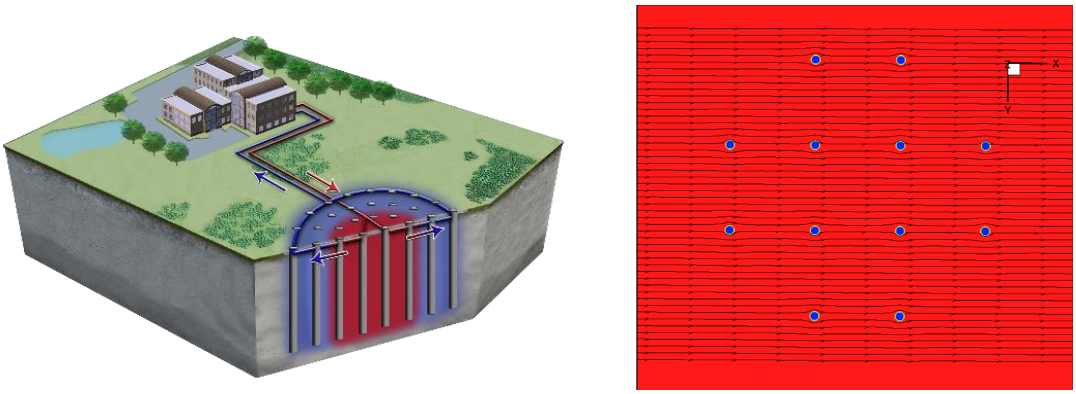


Figure 4. Illustration of BTES charging process [11]; Arrangement of the BHEs

The following equations were used to model the heat and mass transfer processes in the BTES system:

$$\rho c_{p_w}\frac{\partial T_i}{\partial t}+\rho c_{p_i} w\frac{\partial T_i}{\partial z}=\frac{\partial}{\partial z}\left(\lambda_w\frac{\partial T_i}{\partial z}\right)-\frac{\pi D_{in} b_{ig}}{A_p}(T_i-T_g) \tag{9}$$

$$\rho c_{p_o}\frac{\partial T_o}{\partial t}-\rho c_{p_o} w\frac{\partial T_o}{\partial z}=\frac{\partial}{\partial z}\left(\lambda_w\frac{\partial T_o}{\partial z}\right)-\frac{\pi D_{in} b_{og}}{A_p}(T_o-T_g) \tag{10}$$

$$\rho c_{p_g}\frac{\partial T_g}{\partial t}=\frac{\partial}{\partial z}\left(\lambda_g\frac{\partial T_g}{\partial z}\right)+\frac{\pi D_{in} b_{ig}}{A_p}(T_i-T_g)+\frac{\pi D_{in} b_{og}}{A_p}(T_o-T_g)-\frac{\pi D_{in} b_{sg}}{A_p}(T_g-T_s) \tag{11}$$

where T_g and T_i, T_o - the temperature distributions of grout and water in the inlet, outlet heat pipes, respectively, b_{ig}, b_{og} and b_{sg} are coefficients characterizing the thermal resistance of materials, D_{in} is the outer diameter and is the cross-sectional area of pipes.

Results and discussions

Majority results of the PCM thermal characterization are provided in Table 1. Latent heats associated with melting and solidification of PW1 were nearly same, around 158 kJ/kg, although, the peaks were 48.31^{0}C (melting) and 41.12^{0}C (solidification) respectively. The phase transition temperature range of PW1 was around 41-55 ^{0}C. When nano-Al_2O_3 with the mass fraction of 2% was mixed with PW1, the latent heats of melting and solidification were decreased to 152.98 kJ/kg and 153.07 kJ/kg accordingly. Moreover, the phase transition peaks were slightly shifted to 47.08 ^{0}C in and to 41.03 ^{0}C respectively.

Furthermore, when the mass fraction of nano-Al_2O_3 in the PCM sample were increased up to 4%, the latent heats of melting and solidification continued to decrease and obtained the values of 148.33 kJ/kg and 148.23 kJ/kg respectively, and the phase transition peaks were further shifted down to 46.92 ^{0}C and 40.64 ^{0}C.

Furthermore, the DSC studies showed that the latent heats of pure PW2 were nearly equal to the value of 183 kJ/kg which are higher than the latent heats of PW1. Phase transition peaks related to melting and solidification of PW2 were 66.29 ^{0}C and 59.78 ^{0}C respectively. Therefore, PW2 is considered as PCM with high phase change temperature (PCT). Moreover, the studies indicated that PW2 has wider phase transition temperature range, around 52-70 ^{0}C compared to PW1. Similar to PW1, mixing of nano-Al_2O_3 with PW2 also resulted in moderate decrease of latent heats and shifts in phase transition peaks as shown in **Ошибка! Источник ссылки не найден.**.

Table 1. **Thermo-physical properties of pure and nano-Al_2O_3 added paraffin waxes (PW1 and PW2).**

	Latent heat of melting and peak		Latent heat of cooling and peak		Average thermal diffusivity enhancement (in percentage)		Average specific heat capacity (kJ/kg K)	
	kJ/kg	^{0}C	kJ/kg	^{0}C	Solid state	Liquid state	Solid state	Liquid state
PW1	**158.14**	**48.31**	**158.52**	**41.12**	**-**	**-**	**2.12**	**1.68**
PW1+Al_2O_3(2%)	↓152.98	↓47.08	↓153.07	41.03	↑ 20 %	↑ 29 %	↓2.02	↓1.6
PW1+Al_2O_3(4%)	↓148.33	↓46.92	↓148.23	40.64	↑ 41 %	↑ 39 %	↓1.9	↓1.45
PW2	**183.15**	**66.29**	**183.16**	**59.78**	-	-	**1.94**	**1.89**
PW2+Al_2O_3(2%)	↓180.97	↓65.77	↓180.08	59.30	↑ 11 %	↑ 15 %	↓1.84	↓1.72
PW2+Al_2O_3(4%)	↓178.69	↓65.64	↓178.44	59.10	↑ 22 %	↑ 25 %	↓1.66	↓1.56

The experimentally measured values of latent heats, phase transition peaks, specific heat capacities, thermal diffusivities and density changes in relation with paraffin waxes, PW1 and PW2, were applied in equations (1)-(8) in order to numerically study the charging and discharging performance of sequentially connected thermal energy storages, and underhand how nano-Al_2O_3 could influence on their performance.

Numerical modeling

LHS was designed in a way that every PCM container in the tank could function as a stand-alone storage. Therefore, the number of inlet and outlet tubes arranged at the bottom and on the top of the storage tank was made equal to the number of the PCM containers in order to establish uniform flow distribution around them. To validate the design of TES, the numerical simulation results regarding LHS filled with pure PW1 was considered. Thus, the streamlines of the flow field related to the heat transfer fluid in the tank were illustrated in Figure 4 for various charging times, until the heat transfer in the storage tank achieved the steady-state condition. It can be seen that the flow passes the PCM containers uniformly and delivers the thermal energy into the storage tank in a steady manner. Further validation of the design was carried out by studying the temperature evolutions within the PCM containers. Temperature changes as a function of charging time were compared at the midpoints of the PCM containers (midpoint - the central point respect to the height and diameter of the container) and the results were illustrated in Figure 5 for every 10 min of the charging time. According to the data analysis regarding the midpoints, the maximum deviation from the mean temperature change was about 2.09 ^{0}C, which means all the PCM containers could be uniformly charged or discharged and each container may function as stand-alone thermal energy storage without significant thermal interaction with the surrounding containers.

The proposed numerical model was further applied to study the energy performance of the sequentially integrated LHS and estimate the effects of nano-Al_2O_3 added paraffin waxes (PW) on the charging processes and efficiencies.

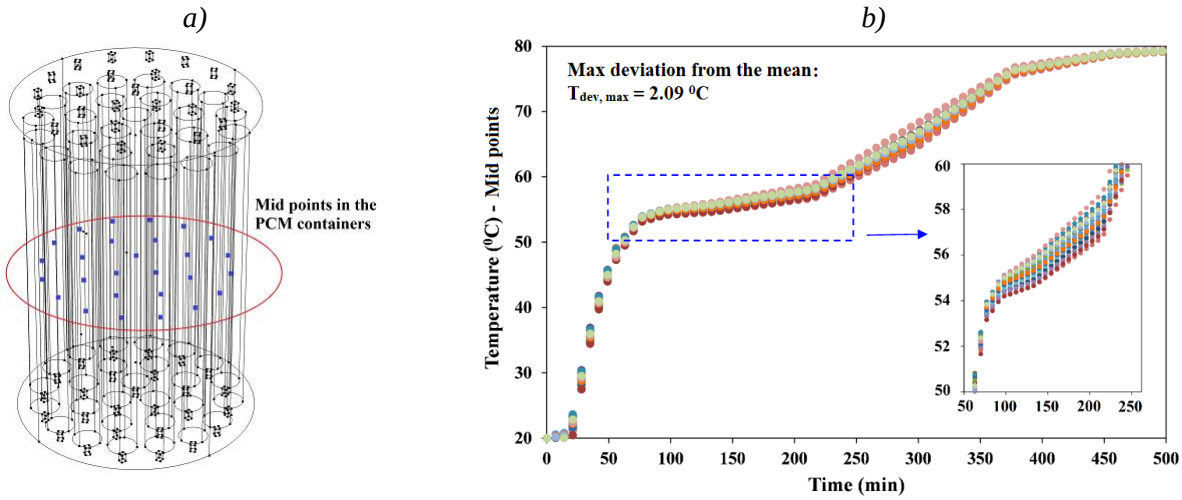


Figure 5. a) Midpoints within PCM containers; b) Temperature evolutions at the midpoints of the PCM containers.

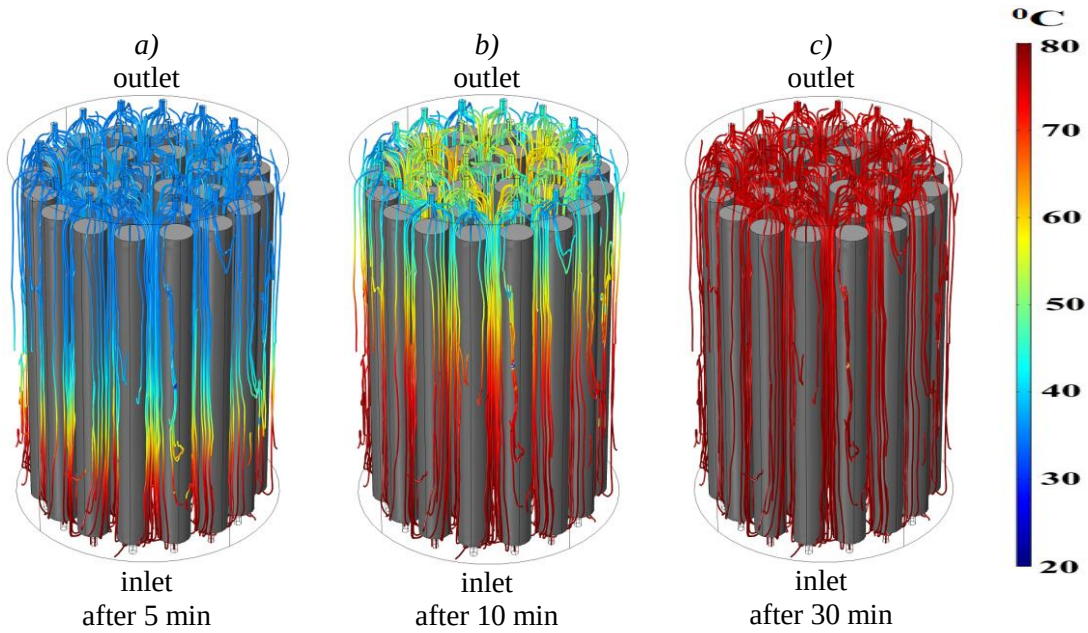


Figure 6. Streamlines of the flow field in the storage tank during charging time

Modeling of BTES

A single U-shaped BHE consists of inlet and outlet heat pipes, which connected with the U-shaped fitting. It is inserted in the drilled well, which depth constitute 50 m and filled with grout. The diameters of borehole and heat pipes are 160 and 32 mm, respectively. Representation of the area under consideration is shown in Figure 9. The length of BHE is too large in comparison with its diameter and it leads to a numerical problem in grid building. 3D simulation of heat transfers between BHE and the soil require too large number of nodes and realization of such computing volume is not feasible in practice or unavailable and expensive. Therefore, the simulation of the process was implemented in 2 steps: firstly, the amount of specific heat that passes through the unit exterior surface of the grout was calculated; secondly, the obtained specific heat was exported as a heat source to the soil for calculating temperature distribution around the BHE.

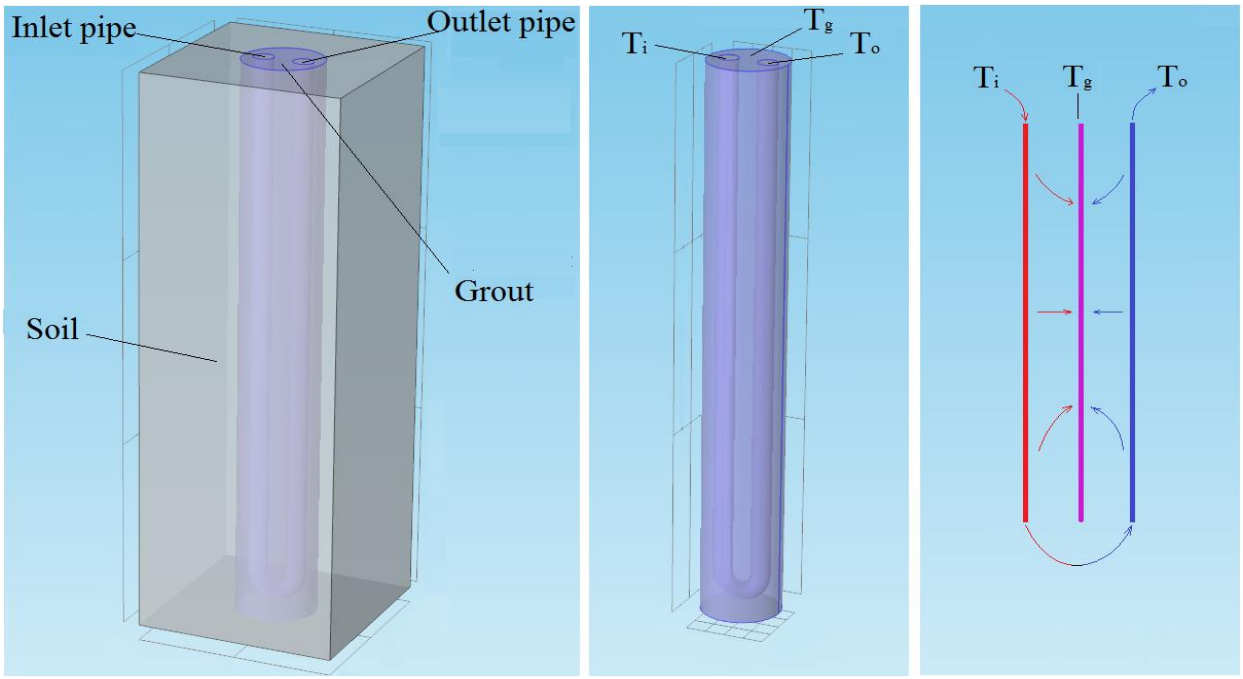


Figure 7. Schematic representation of U-shaped heat pipe

Taking into account all aforesaid heat exchange procedure, convective-conductive heat flux between borehole heat exchanger components can be expressed as:

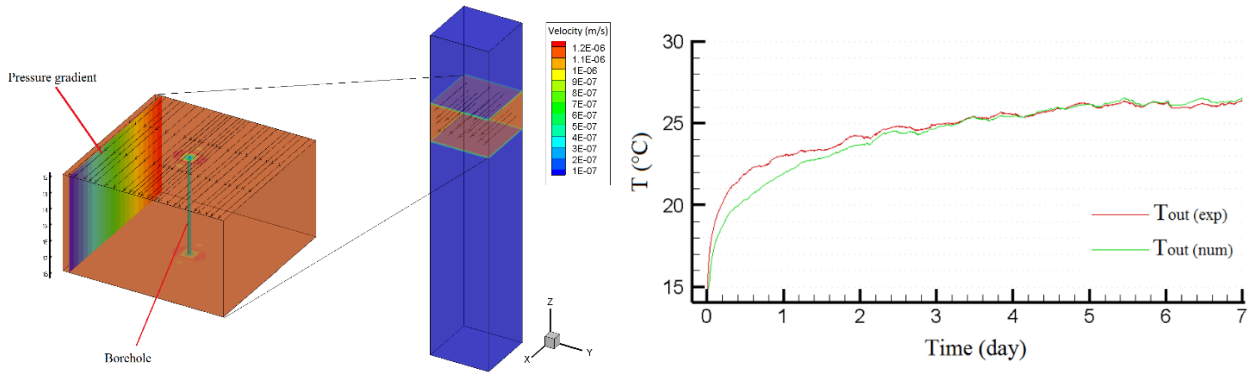


Figure 8. (left) Underground flow; (right) Comparison of experimental and numerical results of temperature values at the BHE outlet.

Figure 8 (right) shows a good agreement of numerical results with experimental data with the deviation of 3.3%. An improved mathematical model very well describes heat transfer processes in BTES. This mathematical model will be used for further numerical studies. Temperature distribution on the vicinity of heat exchanger is shown in Figure 9 (single BHE) and Figure 10 (12 BHE array) for 6 months of charging the geothermal accumulator, when the rate of the underground flow was 10 cm per day.

As can be seen from Figure 11, the array of BHEs can efficiently transfer thermal energy into the surrounding soil. In case of the groundwater flow, significant thermal energy loss can be noticed from the modeling results. There will be further studies for efficient BHE arrangements in future.

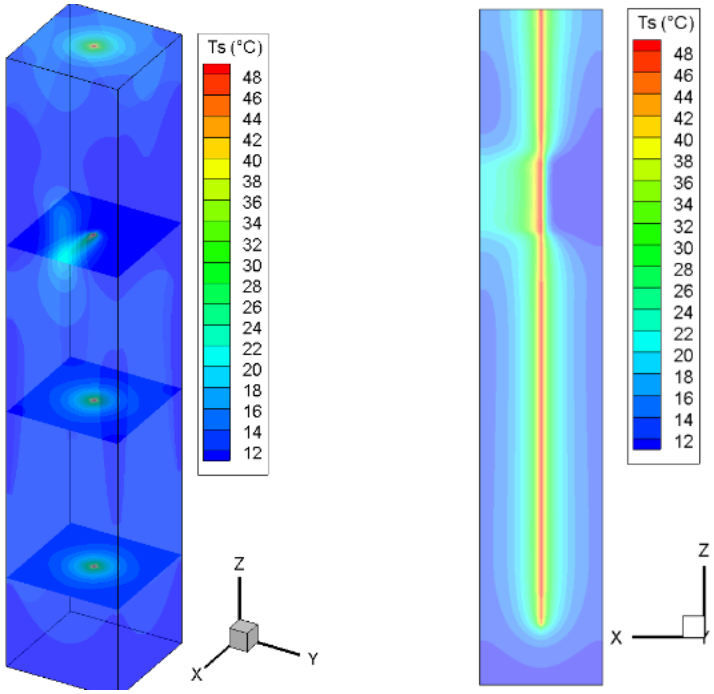


Figure 9. Temperature field prediction for 6 months of charging the BTES

The mesh sizes regarding the BTES field is

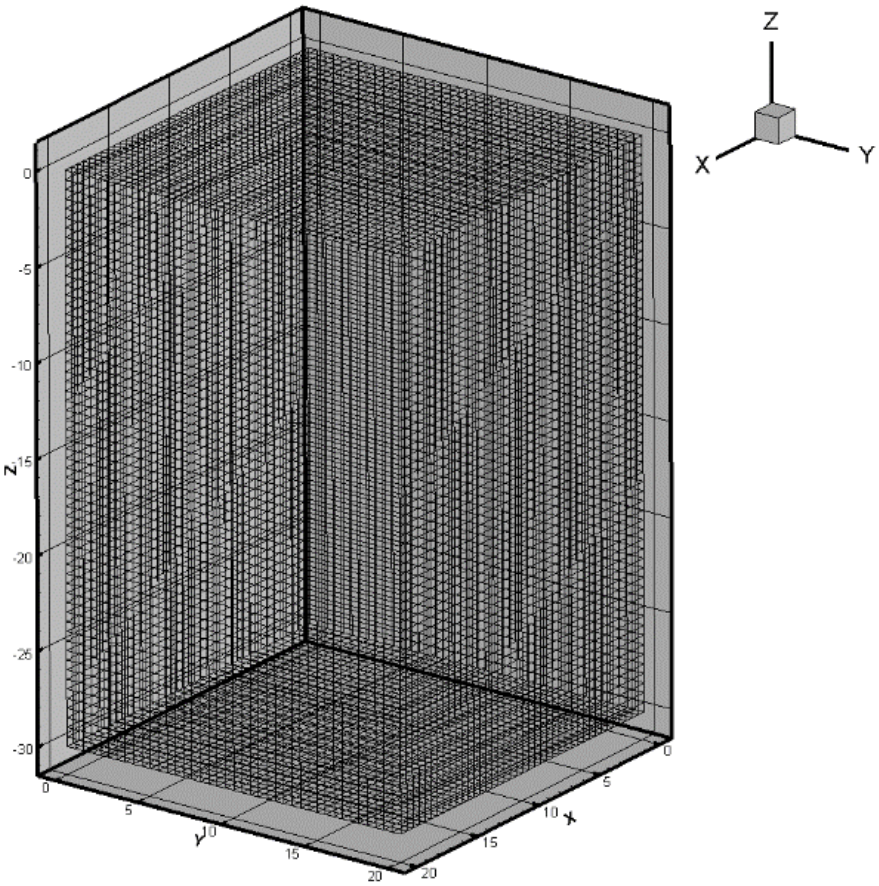


Figure 9. Mesh size of the BTES field

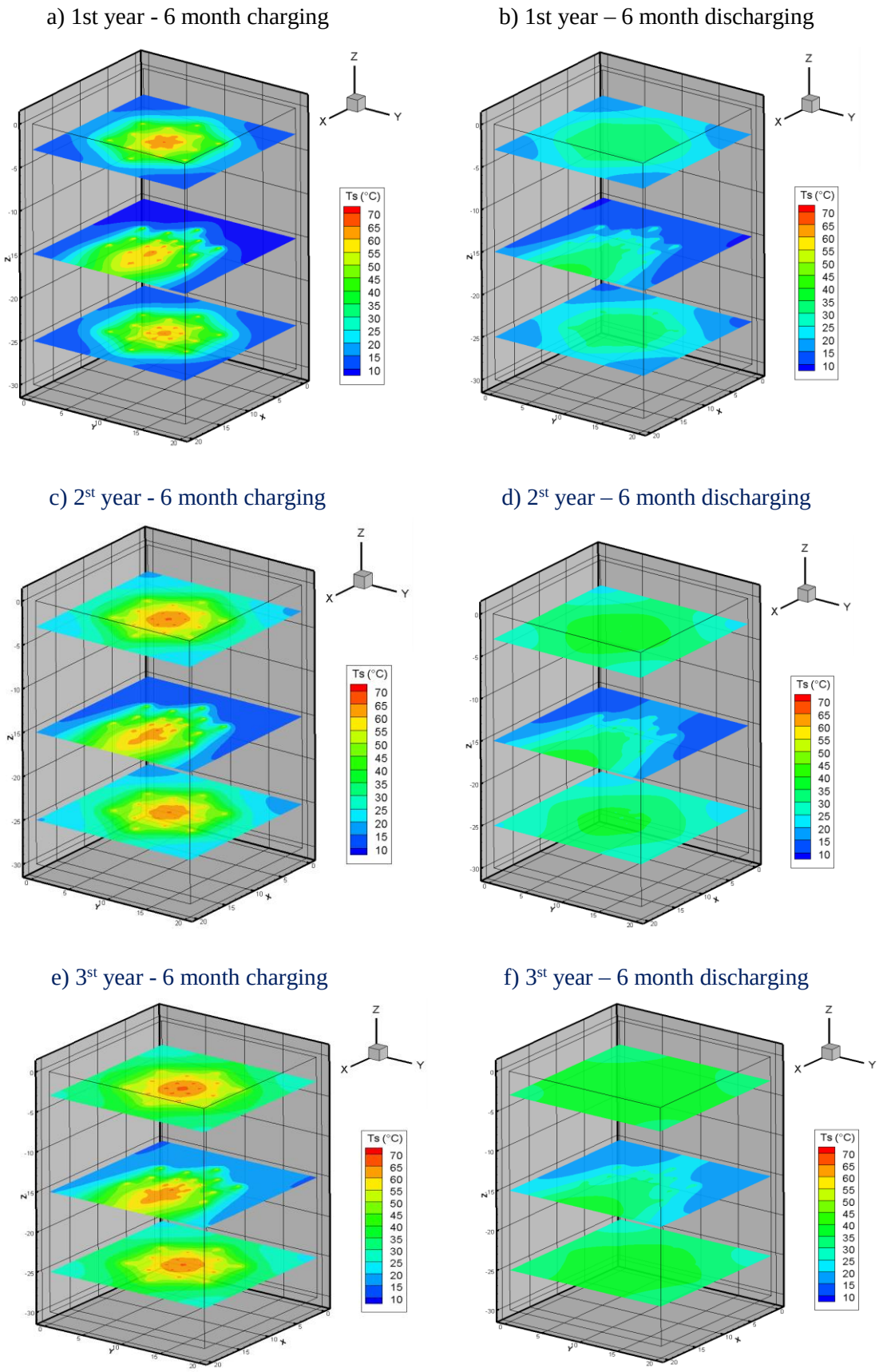


Figure 10. Array of 19 BHEs as a BTES system for the case of active aquifer. Operating regimes of the BTES field for 3 years illustrated using temperature scale and cut slices (top - 3 m; mid - 15 m; bottom – 25 m).

Conclusion

In the present paper the performance of Hybrid Thermal Energy Storage system analyzed: at first the performance of the LHS was numerically investigated for two PCM materials with different phase change temperatures. The mathematical model allows to define the effective working fluid injection rates and to calculate the amount of energy needed for fully charging the LHS.

Experimental results revealed the presence of an aquifer from 12 to 18 m; therefore the mathematical model constructed for describing heat transfer processes considers the convective heat transfer caused by underground water flows. Complex geometry of the calculation domain was implemented in two steps. U-shaped BHE and the grout that was used to fill the space between borehole walls and heat exchanger was simulated 3D, and the amount of heat that passes through the outer surface was recorded and used in calculating the temperature field in the geothermal large scale thermal energy storage. When simulating the heat transfer in the BTES accumulator the heat that comes from BHE was implemented as a linear source, because the height of the wells is very big compared to well diameter.

The present paper shows temperature distribution in the geothermal accumulator for the cases of active and inactive aquifers. The verification of the numerical results with experimental data from the TRT studies, which carried out at the Agro-Bio Center of KazNU, shows a good agreement.

Acknowledgments

This work was performed within the frame of World Bank project № APP-JRG-16/0071P titled “Technology of seasonal accumulation of solar thermal energy for heating and hot water supply of a residential area / multi-storey buildings”.

REFERENCES

[1] L. Boeck, S. Verbeke, A. Audenaert, L. Mesmaeker Improving the energy performance of residential buildings: A literature review // Renewable & Sustainable Energy Reviews 2015. V. 52, 960-75 p.

[2] B. Akhmetov, A. Georgiev, R Popov, D.Zh. Atanasova, M. Tungatarova, A. Kaltayev Thermal Energy Storage systems – Review // Bulgarian Chemical Communications 2016, V. 48, Special Issue E, 31-40 p.

[3] B. Xu, P. Li, C. Chan. Application of phase change materials for thermal energy storage in concentrated solar thermal power plants: A review to recent developments // Applied Energy 2015. V. 160; 286-307 p.

[4] J. Cunha, P. Eames, Thermal energy storage for low and medium temperature applications using phase change materials – A review // Applied Energy 2016. V.177; 227-238 p.

[5] M. Khodadadi, L. Fan, and H. Babaei, Thermal conductivity enhancement of nanostructure-based colloidal suspensions utilized as phase change materials for thermal energy storage: A review // Renewable & Sustainable Energy Reviews 2013. V. 24; 418-444 p.

[6] J. M. Mahdi and E. C. Nsofor, Solidification of a PCM with nanoparticles in triplex-tube thermal energy storage system, Applied Thermal Engineering 2016. V. 108; 596–604 p.

[7] Za. Khan, Zu. Khan, A. Ghafoor. A review of performance enhancement of PCM based latent heat storage system within the context of materials, thermal stability and compatibility // Energy Conversion and Management 2016. V. 115;132-58 p.

[8] K. Pielichowska, K. Pielichowski Phase change materials for thermal energy storage. Progresss in Material Science 2014. V. 65; 67-123 p.

[9] C. Chen, H. Zhang, X. Gao, T. Xu, Y. Fang, Z. Zhang, Numerical and experimental investigation on latent thermal energy storage system with spiral coil tube and paraffin/expanded graphite composite PCM // Energy conversion and management 2016; V. 126; 889-897 p.

[10] A. Al-abidi, S. Mat, K. Sopian, M.Y. Sulaiman, Mohammed A, CFD applications for latent heat thermal energy storage: a review // Renewable and Sustainable Energy Reviews 2013. V. 20; 353-363 p.

[11] http://underground-energy.com/

Ахметов Б., Сейтов А., Аманжолов Т., Тунгатарова М., Калтаев А.

Жылу энергиясын аралас түрде сақтау жүйесін сандық зерттеу

Басқада баламалы энергия көздерімен салыстырғанда күн энергиясы ең таза және жылыту, ғимараттарды желдету жене ауасын баптауда, ыстық сумен қамтамасыз етуде, және т.б. үлкен маңызға ие. Күн энергиясыны периодты және болжамсыз болып келеді, демек оны кез-келген уақытта қолдану үшін сақтау керек. Сондықтан күн бар уақытта жылу энергиясын жинап тиімді сақтау үшін жылу сақтағыш қажет. Күн энергиясын тиімді сақтау үшін екі перспективті жылу сақтау түрлерін, яғни, қысқа мерзімді жылу сақтауға арналған латенттік жылу сақтау аккумуляторын (ЛЖСА) және маусымдық жылу сақтауға арналған жер асты жылу сақтау аккумуляторын (ЖАЖСА) гибридті жүйе ретінде біріктіруге болады. Зерттеу жұмысының авторлары жоғарыда аталған гибридті жылу сақтау жүйесін Алматы қаласында салу үшін Дүниежүзілік банк тарапынан

қаржыландырылды (2017-2019жж.). Ағымдағы зерттеу жұмысында ғимараттарды жылытуға арналған ЛЖСА жүйеге жүргізілген эксперименттік және сандық зерттеу нәтижелері ұсынылады.

Түйін сөздер: Күн энергиясы, фазасы алмасатын материалдар, наноматериалдар, латенттік жылу сақтау, жылу энергиясын ұңғыма арқылы жер астында сақтау, математикалық моделдеу.

Ахметов Б., Сейтов А., Аманжолов Т., Тунгатарова М., Калтаев А.

Численное исследование системы комбинированного аккумулятора тепловой энергии

Резюме. Солнечная энергия является самым чистым источником энергии и имеет большой потенциал для использования в отоплении, вентиляции и кондиционировании зданий и т.д. В силу природных обстоятельств, для непрерывного использования солнечной энергии необходим эффективный аккумулятор тепла, позволяющий использовать тепловую энергию вне зависимости от суточных и сезонных колебаний. Для эффективного хранения солнечной энергии можно комбинировать два перспективных хранении тепла как своего рода гибридную систему - латентный тепловой аккумулятор для краткосрочного хранения (ЛТА) и скважинное хранение тепловой энергии (СХТЭ) для сезонного хранения. Авторы текущего исследования были профинансированы Всемирным банком на 2017-2019 годы для создания вышеупомянутой гибридной системы в Алматы, Казахстан. В текущей исследовательской работе они представили свои экспериментальные и численные результаты исследований, связанные с исследованиями СХТЭ и ЛТА для применения в системах отопления зданий.

Ключевые слова: солнечная энергия, материалы с фазовым изменением, наноматериалы, латентный тепловой аккумулятор, скважинное хранение тепловой энергии, математическое моделирование.

B. Bekbolat, N. Tokmagambetov

BOUNDEDNESS OF θ-TOROIDAL PSEUDODIFFERENTIAL OPERATORS

Abstract. In this article, the results of boundedness for θ-toroidal pseudo-differential operators were obtained when considering the differential operator.

In [14] the results of the boundedness of pseudodifferential operators from the $\Lambda_0^s(T)$ space to the $\Lambda^s(T)$ space are given. In this article, we obtain the result of the boundedness of the pseudodifferential operators from the $\Lambda_0^s(T,\theta)$ space in the $\Lambda^s(T,\theta)$ space. In our work, T is [0,1].

Key words. θ-toroidal pseudo-differential operator, θ-toroidal Holder space, θ-Fourier transform, θ-symbol, bounded operator.

Б. Бекболат, Н. Тоқмағамбетов
(әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, bayan.bekbolat@inbox.ru)

ШЕНЕЛГЕН θ-ТОРЛЫҚ ПСЕВДО-ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ОПЕРАТОР

Түйіндеме. Бұл мақалада дифференциалдық операторды қарастыру барысында пайда болған θ-торлық псевдо-дифференциалдық операторлардың шенелгендігі туралы нәтижелер алынды.

[14] жұмысында псевдо-дифференциалдық операторлардың $\Lambda_0^s(T)$ кеңістігінен $\Lambda^s(T)$ кеңістігіне шенелгендігі туралы нәтижелер келтірілген. Біз осы жұмыстарды $\Lambda_0^s(T,\theta)$ кеңістігінен $\Lambda^s(T,\theta)$ кеңістігіне жалғастырдық.

Түйін сөздер. θ- торлық псевдо-дифференциалдық оператор, θ- торлық Гёлдер кеңістіктері, θ-Фурье түрлендіру, θ-символ, шенелген оператор.

Кіріспе.Псевдо-дифференциалдық операторларды зерттеу Хермандер жұмыстарынан бастау алады R^n кеңістігіндегі псевдо-дифференциалдық операторлардың символдық анализі [1-3] жұмыстарында кеңінен қарастырылған.

Периотты псевдо-дифференциалдық операторлар [4] жұмысында зерттеліп, [5] жұмысында одан әрі дамыған. [6-8] классикалық Фурье түрлендірулерін псевдо-дифференциалдық операторларға торда қолданса, ал жалпы теория және оның қолданымдары туралы [9-11] жұмыстарынан табуға болады.

$L^p(T^n)$ және Соболев бағалаулары Ружанский және Турунен [6], Вонг [12] және Делгадо [13] жұмыстарында алынған болатын. Символы $m<0, 1\le\delta<\rho\le 1$ үшін $S^m_{\rho,\delta}(T^n\times Z^n)$ түріндегеі Хермандер класстарында болатын псевдо-дифференциалдық операторлардың L^p кеңістігінде шенелгендігі Делгадо [13] жұмысында келтірілген. Торлы псевдо-дифференциалдық операторлардың торлы Гелдер кеңістіктерінде шенелгендігі көптеген әдебиеттерде қарастырылған.

$L_2(0,1)$ кеңістігінде

$$Ly(x)=-i\frac{dy(x)}{dx},\ 0<x<1, \tag{1}$$

дифференциалдық операторын қарастырайық және осы операторға

$$\theta y(0)-y(1)=0 \tag{2}$$

шекаралық шарт қойылған, мұндағы $\theta\ge 1$.

Біз енгізіп отырған анализ жоғарыдағы (1)- (2) есебі арқылы туындаған.

L операторының спектрлік қасиеттері [15-16] жұмыстарынан келтірілген.

L операторының меншікті мәндері

$$\lambda_\xi=-i\ln\theta+2\xi\pi,\ \xi\in Z \tag{3}$$

ал L операторының меншікті функциялары

$$u_\xi(x)=\theta^x\exp(i2\pi\xi x),\ \xi\in Z \tag{4}$$

және осы меншікті функияларға сәйкес биортогоналды жүйе

$$v_\xi(x)=\theta^{-x}\exp(i2\pi\xi x),\ \xi\in Z \tag{5}$$

түрінде болады.

L операторының меншікті функцияларының $u_\xi(x)$ жүйесі $L_2(0,1)$ кеңістігінде минимал жүйе болып табылады.

Бұл есеп [17] жұмысында зерттелген болатын. Алдағы уақытта осы белгілеулерді және жұмыстарды пайдаланатын боламыз.

Біз алдағы жасалатын жұмыстар үшін

$$\Lambda^s(T,\theta)=\left\{f:T\to C:|f|_{\Lambda^s}=\sup_{x,h\in T}|f(x+h)-f(x)||h|^{-s}<\infty\right\} \tag{6}$$

$$\Lambda^s_0(T,\theta)=\left\{f\in\Lambda^s(T,\theta):\ f(0)=0\right\} \tag{7}$$

Банах кеңістіктерін енгізейік, мұндағы $0<s\le 1$. Бұл кеңістіктерді θ-торлық Гёлдер кеңістіктері деп атаймыз.

$\Lambda^s(T,\theta)$ кеңістігінде норма

$$\|f\|_{\Lambda^s}=|f|_{\Lambda^s}+\sup_{x\in T}|f(x)|$$

түрінде енгізіледі.

Егер болса, $f\in\Lambda^s_0(T,\theta)$ онда

$$|f|_{\Lambda^s_0}=|f|_{\Lambda^s}\ \text{және}\ \|f\|_{\Lambda^s_0}=\|f\|_{\Lambda^s}.$$

Анықтама 1.

$$\hat f(\xi):=\int_0^1 f(x)\overline{v_\xi(x)}dx \tag{8}$$

түріндегі түрлендіруді θ-Фурье түрлендіруі деп атаймыз және оның кері түрлендіруі

$$f(x)=\sum_{\xi\in Z}\hat f(\xi)u_\xi(x) \tag{9}$$

түрінде болады.

Анықтама 2. θ-торлық псевдо-дифференциалдық операторы деп

$$a(X,D)f(x)=\sum_{\xi\in Z}u_{\xi}(x)a(x,\xi)\hat{f}(\xi) \tag{10}$$

өрнегін түсінеміз, мұндағы $a(x,\xi)$ - θ-торлық псевдо-дифференциалдық операторың символы деп аталады.

Символдарды өздерінің өлшемдеріне және туындыларының ретіне қарай класстарға жіктеуге болады.

Анықтама 3. $m\in R,\ 0\le\delta,\ \rho\le 1$ болсын, онда $S^{m}_{\rho,\delta}([0,1]\times Z)$ θ-торлық символдық классына кез келген $\xi\in Z$ үшін x бойынша жатық және кез келген $\xi\in Z,\ x\in[0,1],\ \alpha,\beta\in Z_{+}$ үшін

$$|\Delta^{\alpha}_{\xi}\partial^{\beta}_{x}a(x,\xi)|\le C_{a\alpha\beta m}\langle\xi\rangle^{m-\rho\alpha+\delta\beta} \tag{11}$$

шартын қанағаттандыратын $a(x,\xi)$ функциялар жатады, мұндағы

$$\langle\xi\rangle:=1+|\xi|. \tag{12}$$

Анықтама 3-те қолданған Δ_{ξ} операторы $\hat{\sigma}(\xi):Z\to C$ функцияларына

$$\Delta_{\xi}\hat{\sigma}(\xi):=\hat{e\sigma}(\xi) \tag{13}$$

түрінде әсер ететін айырым операторы.

Қандай да бір $h\in[0,1]$ үшін (10) өрнегін

$$a(X,D)f(x+h)=\sum_{\xi\in Z}u_{\xi}(x)a(x+h,\xi)\int_{0}^{1}f(y+h)\overline{v_{\xi}(y)}dy \tag{1.18}$$

түрінде жаза аламыз.

Теорема 1.1. (Бернштейн) Егер $f\in\Lambda^{s}_{0}(T,\theta),\ s>\dfrac{1}{2}$ болса, онда $|\hat{f}|_{L^{1}(Z)}\le C_{s}\|f\|_{\Lambda^{s}}$.

Алынған нәтижелер. θ-торлық псевдо-дифференциалдық оператор үшін төмендегі нәтижелер алынды.

Теорема 1. Символы $p(\xi)$ дискретті Фурье айнымалысы ξ ден ғана тәуелді болатын $p(X,D)=p(D)$ псевдо-дифференциалдық операторы берілсін. Егер $p(\xi)\in L^{1}(Z)$ болса, онда кез келген $0<s\le 1$ үшін $|p(D)f|_{\Lambda^{s}}\le|p|_{L^{1}(Z)}|f|_{\Lambda^{s}}$.

Дәлелі.

$$p(X,D)f(x+h)-p(X,D)f(x)=\sum_{\xi\in Z}u_{\xi}(x)p(\xi)\int_{0}^{1}(f(y+h)-f(y))\overline{v_{\xi}(y)}dy$$

Сондықтан $\dfrac{|p(X,D)f(x+h)-p(X,D)f(x)|}{|h|^{s}}\le\sum_{\xi\in z}\left(|p(\xi)\int_{0}^{1}\dfrac{|f(y+h)-f(y)|}{|h|^{s}}dy|\right)$ теңсіздігі орынды. Яғни,

$$|p(D)f|_{\Lambda^{s}}\le\left(\sum_{\xi\in Z}|p(\xi)|\right)|f|_{\Lambda^{s}}.$$

Теорема 2. $\dfrac{1}{2}<s<1$ және $p\in S^{-m}_{\rho,\delta}([0,1]\times Z),m\ge 1$ болсын. Онда $|p(X,D)f|_{\Lambda^{s}}\le M\|f\|_{\Lambda^{s}}$ теңсіздігін қанағаттандыратын $M>0$ табылады.

Дәлелі. Орта мән туралы теорема бойынша

$$u_{\xi}(x+h)p(x+h,\xi)-u_{\xi}(x)p(x,\xi)=hu_{\xi}(x_{h})(\ln(\theta)p(x_{h},\xi)+i2\pi\xi p(x_{h},\xi)+\partial_{x}p(x_{h},\xi))$$

теңдігін қанағаттандыратын $x_{h}\in[0,1]$ бар.

Бернштейн теоремасы бойынша

$$\frac{|p(X,D)f(x+h)-p(X,D)f(x)|}{|h|^{s}}$$

$$\le \sum_{\xi\in Z} |h|^{1-s}\ |\ln(\theta)p(x_h,\xi)+i2\pi\xi p(x_h,\xi)+\partial_x p(x_h,\xi)|\ |\hat{f}(\xi)|$$

$$\le \sum_{\xi\in Z} C_1(|\ln(\theta)|\ |p(x_h,\xi)|+2\pi|\xi|\ |p(x_h,\xi)|+|\partial_x p(x_h,\xi)|)\ |\hat{f}(\xi)|$$

$$\le \sum_{\xi\in Z} C_1(C\langle\xi\rangle^m+|\xi|C\langle\xi\rangle^m+C\langle\xi\rangle^{m+\delta})\ |\hat{f}(\xi)|$$

$$\le \sum_{\xi\in Z} C_1(C\langle\xi\rangle^m+C\langle\xi\rangle^{m+1}+C\langle\xi\rangle^{m+\delta})\ |\hat{f}(\xi)|$$

$$\le \sum_{\xi\in Z} 3CC_1\ |\hat{f}(\xi)|$$

$$\le 3CC_1C_s\ \|f\|_{\Lambda^s}$$

теңсіздіктерін аламыз, осыдан

$$|p(X,D)f|_{\Lambda^s}\le M\ \|f\|_{\Lambda^s}$$

болатынын көру қиын емес.

Теорема 3. $0<s<1,\ 0\le\delta<\rho\le 1$ және $m>1+\delta$ болсын. Егер $p\in S^{-m}_{\rho,\delta}$ болса, онда $p(X,D):\Lambda^s_0(T,\theta)\to\Lambda^s(T,\theta)$ операторы шенелген оператор болады.

Дәлелі. $f\in\Lambda^s_0(T,\theta)$ болсын делік.

$$p(X,D)f(x+h)-p(X,D)f(x)$$

$$=\sum_{\xi\in Z}u_\xi(x)\left(p(x+h,\xi)\int_0^1 f(y+h)\overline{v_\xi(y)}dy-p(x,\xi)\int_0^1 f(y)\overline{v_\xi(y)}dy\right)$$

$$=\sum_{\xi\in Z}u_\xi(x)\left(p(x+h,\xi)\int_0^1 (f(y+h)-f(y))\overline{v_\xi(y)}dy\right)$$

$$+\sum_{\xi\in Z}u_\xi(x)\left((p(x+h,\xi)-p(x,\xi))\int_0^1 f(y)\overline{v_\xi(y)}dy\right)$$

түрлендіруін жасап, орта мән туралы теореманы қолданайық.

$$\frac{|p(X,D)f(x+h)-p(X,D)f(x)|}{|h|^s}$$

$$\le\sum_{\xi\in Z}\left(|p(x+h,\xi)|\int_0^1\frac{|f(y+h)-f(y)|}{|h|^s}dy+\frac{|p(x+h,\xi)-p(x,\xi)|}{|h|^s}\int_0^1|f(y)|dy\right)$$

$$\le\sum_{\xi\in Z}\left(|p(x+h,\xi)|\int_0^1\frac{|f(y+h)-f(y)|}{|h|^s}dy+\frac{|h\|\partial_x p(x_h,\xi)|}{|h|^s}\int_0^1|f(y)|dy\right)$$

$$\le\sum_{\xi\in Z}\left(C\langle\xi\rangle^{-m}|f|_{\Lambda^s_0}+|h|^{1-s}\ C\langle\xi\rangle^{-m+\delta}\int_0^1|f(y)|dy\right)$$

$$=\sum_{\xi\in Z}\left(C\langle\xi\rangle^{-m}|f|_{\Lambda^s_0}+|h|^{1-s}\ C\langle\xi\rangle^{-m+\delta}\int_0^1\frac{|f(y)-f(0)|}{|y|^s}|y|^s\ dy\right)$$

$$\le|f|_{\Lambda^s_0}\left(\sum_{\xi\in Z}C\langle\xi\rangle^{-m+\delta}\right)\left(\langle\xi\rangle^{-\delta}+\frac{1}{s+1}\right)$$

$$\le|f|_{\Lambda^s_0}\left(\sum_{\xi\in Z}C\langle\xi\rangle^{-m+\delta}\right)\left(1+\frac{1}{s+1}\right)$$

Осыдан біз

$$| p(X,D) f |_{\Lambda^s} \le | f |_{\Lambda_0^s} \left(\sum_{\xi \in Z} C\langle \xi \rangle^{-m+\delta} \right) \left(1 + \frac{1}{s+1} \right)$$

теңсіздігін аламыз.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Taylor M. Pseudo-differential operators and nonlinear PDE. Boston (MA): Birkhauser;1991.

[2] Taylor M. Pseudo-differential operators. Princeton (NJ): Princeton University Press;1981

[3] Treves F. Introduction to pseudo-differential and Fourier integral operators. New York (NY): Plenum Press;1980

[4] Agranovich MS. Spectral properties of elliptic pseudo-differential operators on a closed curve.Func. Anal. Appl. 1979;13:279-281

[5] Agranovich MS. On elliptic pseudo-differential operators on a closed curve. Trans. Moscow Math. Soc. 1985;47:23-74

[6] Ruzhansky M, Turunen V. Pseudo-differential operators and symmetries. Basel: Birkhauser;2010

[7] Ruzhansky M, Turunen V. Quantization of pseudo-differential operators on the torus. J. Fourier Anal. Appl. 2010;16:943–982

[8] Ruzhansky M, Turunen V. On the Fourier analysis of operators on the torus. In: Toft Joachim,Wong MW, Zhu Hongmei, editors. Modern trends in pseudo-differential operators. Vol. 172,Operator theory advances and applications. Basel: Birkhauser; 2007. p. 87–105.

[9] Ruzhansky M, Turunen V. Global quantization of pseudo-differential operators on compact Lie groups, SU(2) and 3-sphere. Int. Math. Res. Not. 2013;11:2439–2496

[10] Ruzhansky M, Turunen V. Sharp garding inequality on compact Lie groups. J. Funct. Anal. 2011;260:2881–2901

[11] RuzhanskyM,Wirth J. On multipliers on compact Lie groups. Funct.Anal.Appl. 2013;47:72–75

[12] Wong,M.W.:Discrete Fourier Analisis. Birkhauser,Germany (2011)

[13] Delgado,J.: L^p bounds for pseudo-differential operators on the torus. Oper. Theory Adv. Appl. 231,103-116 (2012)

[14] Cardona D. Holder estimates for pseudo-differential operators on T^1. J. Pseudo-Differ. Oper. Appl. (2014) 5:517-525

[15] Kanguzhin BE, Sadybekov MA. Differential operators on a segment. Distributions of the eigenvalues. Almaty: Gylym, Almaty; 1996. Russian

[16] Titchmarsh EC. The zeros of certain integral functions. Proc. London Math. Soc. 1926;25:283–302

[17] Baltabek Kanguzhin, Niyaz Tokmagambetov and Kanat Tulenov. Pseudo-differential operators generated by a non-local boundary value problem. Complex Variables and Elliptic Equations, 2015

Бекболат Б., Тоқмағамбетов Н.

Ограниченность θ-тороидальных псевдодифференциальных операторов

Резюме. В этой статье были получены результаты ограниченности для θ-тороидальных псевдодифференциальных операторов при рассмотрении дифференциального оператора.

В [14] приведены результаты ограниченности псевдодифференциальных операторов из пространства $\Lambda_0^s(T)$ в пространство $\Lambda^s(T)$. В этой статье мы получаем результат ограниченности псевдодифференциальных операторов из пространства $\Lambda_0^s(T,\theta)$ в пространстве $\Lambda^s(T,\theta)$. В нашей работе T это [0,1].

Ключевые слова. θ-тороидал псевдо-дифференциальный оператор, θ-тороидал просторанство Гелдера, θ-преобразование Фурье, θ-символ, ограниченный оператор.

B. Bekbolat, N. Tokmagambetov

Boundedness of θ-toroidal pseudodifferential operators

Summary. In this article, the results of boundedness for θ-toroidal pseudo-differential operators were obtained when considering the differential operator.

In [14] the results of the boundedness of pseudodifferential operators from the $\Lambda_0^s(T)$ space to the $\Lambda^s(T)$ space are given. In this article, we obtain the result of the boundedness of the pseudodifferential operators from the $\Lambda_0^s(T,\theta)$ space in the $\Lambda^s(T,\theta)$ space. In our work, T is [0,1].

Key words. θ-toroidal pseudo-differential operator, θ-toroidal Holder space, θ-Fourier transform, θ-symbol, bounded operator.

ӘОЖ 66.063

R. Omirova, A. Bolysbek
(M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan, raikhan81@mail.ru)

THE CURRENT STATE OF HYDROGELS PRODUCTION AND THE MECHANISM OF THEIR SUPRAMOLECULAR STRUCTURE FORMATION

Abstract. The article presents recent studies of widely used hydrogels in the agricultural sector. The mechanism of their supramolecular structure is described at hydrogels formation.
Key words: chemistry, hydrogel, mechanism, reaction, polymers.

Р. Омирова, А. Болысбек
(М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан Мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан, raikhan81@mail.ru)

ГИДРОГЕЛЬДЕРДІ ӨНДІРУДІҢ ЗАМАНАУИ ЖАҒДАЯТЫ МЕН ОЛАРДЫҢ СУПРАМОЛЕКУЛАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ ҚАЛЫПТАСУ МЕХАНИЗМІ

Түйіндеме. Мақалада ауылшаруашылығы саласында кеңінен қолданылатын гидрогельдерді өндіру жөніндегі соңғы зерттеу нәтижелері келтірілген. Сондай-ақ, гидрогельдердің түзілуі барысындағы олардың супрамолекулалық құрылымының қалыптасыу механизмі сипатталған.
Кілттік сөздер: химия, гидрогель, механизм, реакция, полимерлер

Бүгінде азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету, өмір сүру сапасын арттыруды ауыл шаруашылығын химияландыру технологиясынсыз елестету мүмкін емес. Яғни агроөнеркәсіптік кешендегі прогресс химиялық заттар өндірісінде және оларды қолдануда прогресті білдіреді. Соңғы жылдары гидрогелдер тиімді ылғал сіңіргіштерін, медициналық материалдарды, комплексті түзушілерді және т.б. жасау үшін оларды пайдалану мүмкіндігіне байланысты қарқынды зерттеу тақырыбына айналды [1-7]. Қатты ісінуші гидрогельдер (суперабсорбенттер) ерітінділерде ерімейтін, сулы немесе су ерітінділерінің үлкен мөлшерін сіңіретін және сақтайтын әртүрлі жоғары молекулалы қышқылдарына негізделген сополимерлер болып табылады. Сұйықтықпен 10-60 минуттай байланыста болған кезде, 1 г полимер 2000 г суға немесе 120 г тұзды сіңіре алады [4, 8]. Ылғалды сіңіріп, кейіннен кептіруден кейін суперабсорбент қайта пайдаланылуы мүмкін. Гидрогельдердің әлеуетті мүмкіндіктері таусылған жоқ. Атап айтқанда, гельдерге әртүрлі функционалдық топтарды (комплекстерді) беру немесе қосу мүмкіндігі материалдардың физико-химиялық қасиеттерін жақсарту есебінен олардың қолданылу саласын күрт кеңейтеді [3]. Мысалы, сульфатты, фосфатты және басқа қышқыл топтарды енгізу моно- және поливалентті металдардың тұз ерітіндісіндегі гидрогельдердің су сіңіру қасиетін арттырады [8-10]. Гидрогельдер құрамында азоты бар гетероциклді фрагменттерді қосу, сонымен қатар электролиттердің су ерітінділерінің сіңу қабілетін арттыруға алып келеді [11-13].

Химиялық құрылымы бойынша полимерлі гидрогельдер термиялық өңдеу, сәулелену (γ-, ИҚ- және УК сәулелену) немесе химиялық кросс-байланыстыратын агенттерді қолдану арқылы физикалық немесе химиялық әдістермен жасалатын әлсіз тоғысқан құрылымы бар табиғи немесе синтетикалық ЖМҚ болып табылады. Техникалық тұрғыдан алғанда, бірінші кезекте синтетикалық гидрогельдермен химиялық түрде өзара байланысқан қосылыстар қызығушылық тудыруда. Полимерлі гидрогельдерді синтездеу, әдетте, екі схеманың біреуіне сәйкес жүзеге асырылады:

гидрофильді мономерлерді полимерлеу және қолданыстағы полимерлерді модификациялау [2, 14]. Химияны жан-жақты шолу және гидрогельдерді синтездеудің ықтимал схемаларын бірқатар мақалаларда [7] келтірілген, гидрогельді сәулелендірудің және егілген полимерлеу синтезінің жаңа әдістерін [14] жұмыстарынан табуға болады. [15] жұмысында «ауылшаруашылық» гидрогельдердің синтезі мен химиясын талқыланса, гидрогельдер химиясын, оны өндіруді және пайдалануды [15] жұмыста сипаттайды. Супабсорбенттерді синтездеудегі және пайдаланудағы қазіргі заманғы үрдістер [6] келтіріледі. Метилді акрил қышқылдарының (эфирлер, амидтер, тұздар) қанықпаған қосылыстары негізінде алынатын полиакрилатты гидрогельдер, сондай-ақ полимер-ұқсас өзгерістер әдістерімен алынатын гидрогельдер өте үлкен қызығушылыққа ие.

Гидрогельдерді өндіру үшін техникалық маңызды мономерлер - акриламид (АА) және изопропилакриламид (ИАА), акрил қышқылы (АҚ). Гидрогельдерді дайындауға арналған мономерлер - диэтилакриламид, 2-гидроксиэтил метакрилат (ТЕМА), 2-гидроксипропил метакрилат, N-гидрокси-метилакриламид және метилметакрилат (ММА). Мономерлерді, мономерлер мазмұнын және полимерлеу кезінде қосылыстың жиілігін өзгерту арқылы гельдің кең спектрде ісінуіне байланысты өзгеруі мүмкін. Сонымен қатар, мономерлердің функционалдық топтарындағы химиялық өзгерістер мен түрлі мономерлерді сополимеризациялау салдарынан гидрогельдердің термодинамикалық қасиеттері мақсатқа сай әсерге ие болуы мүмкін. Мысалы, иондық (полиэлектролит деп аталатын) гельдер акриламид гелінде амид тобын гидролиздеу және иондық мономерлермен сополимерлеу арқылы алынады. Соңғысы күшті электролит сияқты болуы мүмкін, мысалы натрий метакрилаты (анион мономерлері) және метакриламидопропилтриметиламмоний хлориді (катионды мономерлер) және 2-диметиламиноэтил метакрилат сияқты әлсіз. Мономерлерді өзгертуші ретінде акрилонитрил, стиролсульфо қышқылы, 2-акриламид-2-пропансульфон қышқылы және басқа да қосылыстар болуы мүмкін. Кейде торда иондық емес мономерлері де қосылады: стирол, бутадиен, изопрен [2], бұл гельдердің ішінара гидрофобтығын береді.

Гидрогельдерді өндірудің белгілі әдістерінің арасында еркін радикалды полимерлеу әдісі жиі қолданылады. Полимерлеудің бірінші кезеңі әлсіз байланыстардың ыдырауы кезінде пайда болған белсенді радикалды орталықтардың бастамасы болып табылады. Белсенді орталарды жасау әдісі мономерлерге, еріткіштерге және реакция жағдайларына байланысты. Инициралу нақты болуы мүмкін, жылу немесе сәулелену арқылы жүзеге асырылады [2,14]. Химиялық инициралу белгілі бір температурада ыдырайтын, сондай-ақ түрлі тотығу-тотықсыздану жүйелерін (ТТЖ) пероксидтер, персульфаттар немесе поливалентті металдардың кейбір тұздары көмегімен жүзеге асырылады. ТТЖ құрамында тотықтырғыш агент ретінде темір тұздары, натрий метабисульфиті, аскорбин қышқылы немесе аминдер (мысалы, тетрамететилендиамин (ТМЭД), триэтаноламин) және аммоний (натрий немесе калий) персульфаті немесе сутегі асқын тотығы сияқты қосылыстар болуы мүмкін. Әдетте, активтендіру агенттерімен (бисульфит, тетраметилэтилендиамин, триэтаноламин және т.б.) персульфаттар көбінесе 20-50 ° С температурасында ең үлкен белсенділікті көрсетеді. Бұл жағдайда макроскопиялық гельді қалыптастыру 20-30 минуттан кейін жүзеге асады, алайда толық конверсияға жету үшін жүйе 2-4 сағатта берілген температурада сақталады [15]. Патенттік және әдеби деректерді талдау соңғы уақытта «аммоний персульфаті - тетраметилэтилендиамин» ТТЖ кеңінен қолданылатындығын көрсетеді, бұл оның каталитикалық артықшылықтарымен анықталады.

Гидрогельдерді жасаудың техникалық әдістеріне массасында, ерітіндіде, суспензияда немесе эмульсияда полимерлеу жатады. Ерігіштік полимерленуі гидрогельдердің пайда болуының кинетикасы мен химиясына әсер ететін еріткіштің қатысуымен өтеді. Әдеттегі еріткіштер - су, этанол, су-этанол қоспасы және бензил спирті. Эмульсия және суспензияның полимерленуі гидрогель (микросфералар) бөлшектерін немесе тамшыларын алу үшін қажет болғанда қолданылады. Соңғы әдістер гидрогель бөлшектерінің мөлшерін, формасын және көлемін артық мөлшерде бақылауға мүмкіндік береді. Суспензиядағы және эмульсиялық полимерлеу кезінде поливинил спирті немесе целлюлоза туындылары сияқты қорғаныш коллоидтер, органикалық ортада жоғары май қышқылдарының сорбитол эфирлері, стиролдың сополимерлері немесе оның алкилді алмастырылған туындылары пайдаланылуы мүмкін. Аниондар немесе ионды емес БАЗ негізінен бастапқы мономерлерді алкиларилсульфонаттар, сульфатты оксиэтилендірілген спирттер мен фенолдар, этилен тотығы мен пропилен тотығының блоктық сополимерлерін дисперсиялау үшін қолданылады [16].

Желілерді қалыптастыру түрлі жолдармен жүзеге асырылуы мүмкін, соның ішінде:

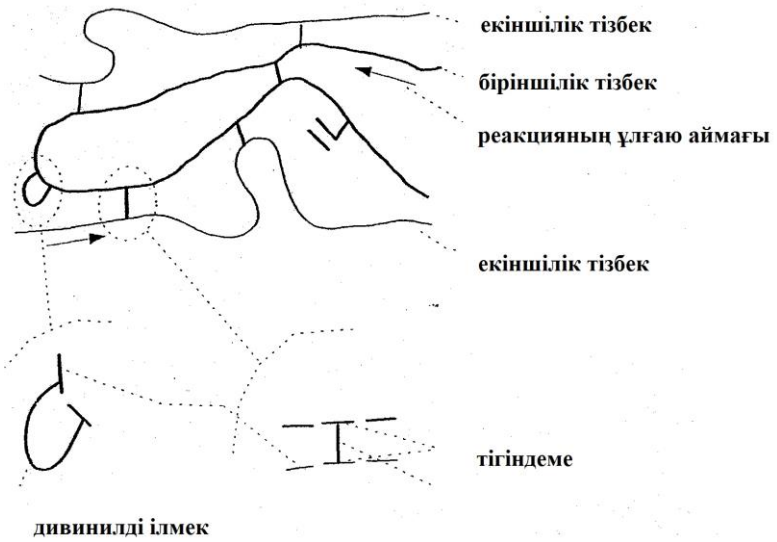
- бірнеше қос байланыстары бар мономерлердің өзара байланысуы;
- көпфункционалды топтармен құрылымдау агенттерімен өңдеу;

- жоғары температура мен ɣ-сәулелену әсеріне ұшырату.

Қолайлы үрдіс - бұл мономерлердің өзара байланыстыру агенттерімен реакциясы, бұл тордың тығыздығын реттеуді жеңілдетеді. Сілтілік байланыстырушы зат, негізінен, этиленгликоль диметакрилат, дивинилбензол, алилгликилил эфир, N, N`-метилен-бис-акриламид (МБАА) және т.б. қолданылады [2]. Мономерлерді өзара байланыстырудың орнына көпфункционалды агенттер, атап айтқанда, полиоллизидтердің полигликил эфирлері (гликолдардың диглицидил эфирлері, глицериннің триглицидил эфирлері), глиоксал, эпихлоргидрин [16] пайдаланылуы мүмкін. Кросс-байланыстырушы агент ретінде ЭДТА-поливалентті металл иондарының кешені пайдаланылады. МБАА кросс-байланыстырушы агент ретінде пайдаланылған кезде алынған гидрогельдер физикалық зерттеулерде модельдер болып табылады. Механикалық тордың тығыздығы мен құрылымдық параметрлері, демек, гидрогельдердің физикалық-химиялық қасиеттері мономерлер қоспасында МБАА-ның әртүрлі мөлшерімен ерекшеленеді. Әдетте, МБАА концентрациясы мономерлердің құрамында 0,005-0,7 мас.% немесе 0,02-1,0 моль% құрайды. Деректерді талдау арқылы МБАА топологиялық әртүрлілігін көрсетеді (1-сурет).

МБАА жоғары концентрациясы аймағында гидрогельдерді қалыптастыруда арнаулы гетерогенді құрылымды қалыптастырудың себептерінің бірі болып табылады. Біртекті гидрогельдер МБАА концентрациясы кезінде тек 2-4% -дан жоғары емес [15] құралатыны белгілі. Тігіндегіш концентрациясының диапазоны 5-7% -дан жоғары болуы гидрогельдер үшін өте маңызды, өйткені гельдердің гетерогенділігі және оның әсер ету дәрежесі артады, бұл олардың физикалық қасиеттерінің күрт өзгеруіне әкеледі.

Бірқатар басылымдар АА-МБАА жүйесінің еркін радикалды полимерлеу механизмін түсіндіреді. Гельдік нүктенің конверсиялық талдауы және икемділік модулінің және ісіну арасындағы байланыс мінсіз модельден жүйенің елеулі ауытқуын және кросс-байланыстырушы агент ретінде МБАА төмен тиімділігін көрсетеді. Осыған орай, ылғалды суперабсорбенттерге арналған композицияларда өте төмен (кемінде 0.005%) МБАА концентрациясын қолдану қажет емес [15]. АҚ және МБАА полимерлену механизмі бойынша зерттеулер көп емес [17].



1-сурет. Еркін-радикалды полимерлену механизмі

Жаңа полимерлі гидрогельдерді синтездеу, олардың супрамолекулалық құрылымын қалыптастыру механизмін зерттеу, сондай-ақ оны реттеу жолдарын іздеу іріктеуге дейін азайтылады:

- алудың шарттары (мономерлердің түрі, мөлшері және құрамы, полимер қоспасындағы кросс-байланыстырушының үлесі, бастамашының / активатордың түрі мен үлесі) [2, 18];

- полимерлену жағдайлары (температура, орта, ортаның pH және т.б.) [2, 19].

Гельдердің көптеген физикалық-химиялық қасиеттері оларды өндіру шарттарымен тікелей байланысты. Мысалы, гельдің суды сіңіруі полимерлену температурасының ұлғаюымен және

бастамашының шоғырлануының ұлғаюымен азаяды, бірақ бастапқы жүйенің мономер бойынша сулану деңгейіне көбейтіледі [20]. Гидрогель жүйелерінің құрылымдық параметрлері (тордың жиілігі, кеуектілігі, кеуекті көлемінің таралуы) түрлі химиялық табиғаттың кросс-байланыстырушы агенттері арқылы реттелуі мүмкін. Желілік құрылымға алкиленбисакриламидтердің әсерін зерттеу өзара байланыстырушы молекулада қос байланыстар арасындағы «ажырату» ұзындығының ұлғаюы мештің тығыздығының өзгеруіне әкеліп соқтырады және ісінудің дәрежесін жоғарылатады. Алифаттық бөліктің ұзындығымен артып келе жатқан кросс-байланыстырушы заттың бір-бірімен байланысы полимер жүйесінің гидрофобты-гидрофильді теңгерімін өзгертеді және супрамолекулалық құрылымның қалыптасуына айтарлықтай әсер етеді [18].

Гидрогельдерді өзгерту мүмкіндіктері таусылған жоқ. Гельдерге бірқатар функционалдық топтарды (комплекстерді) беру немесе қосу әртүрлі индикаторларды жақсарту жолымен олардың қолданылу аймағын кеңейтеді. Атап айтқанда, тұзды ерітінділердің және несепнәр ерітінділерінің сіңіру қабілеттілігін арттыру функционалды мономерлермен сополимеризация арқылы гельдерге сульфонилді, фосфорлы және басқа топтарды, сонымен қатар гетероциклді фрагменттерді енгізу арқылы қол жеткізуге болады. Электролит топтары (карбокси-, сульфо-, амино-) бар гидрогелдер қоршаған ортаға және электр өрісіне қозғалмалы иондардың концентрациясына сезімтал, сондықтан оларды зерттеу практикалық қызығушылыққа ие [3,6]. Сульфонил топтарын енгізу арқылы гидрогельдердің сіңіру қабілеттілігін арттыру кеңінен танымал. [93, 94] жұмыстарында ерітіндіні полимерлеуімен алынған натрий металлилсульфонатының сополимерлерінің өзара байланысқан гельдерді алу мүмкіндіктері зерттелген. Температураның, сомономер концентрациясының, инициатордың және pH-ның сополимерлердің шығуына және су сіңіруіне әсерін зерттеу [93] көрсеткендей, сополимерлердің сіңіргіш қабілеті артуына және осындай құрамдағы гидрогельге агрохимиялық жағынан жақсартылған физика-химиялық қасиет беретіндігін айта кеткен жөн.

Фосфор қышқылы және оның тұздары қанықпаған карбон қышқылдарының полимерлеуінде тізбекті тасымалдау агенттері ретінде тиімді қолданылады. Полимерлену мономерлерінің концентрациясында 40% кем емес және бейтараптандыру дәрежесі кем дегенде 30% болғанда төмен молекулалы фосфонат-терминалды полимерлері алынады. Сульфо- және фосфорлы мономерлері бар сополимерлер тоңазытқыш жүйелерде және теңіз суын тұшытқанда суды тазарту үшін қолданылады [98]. Изопропенилфосфор қышқылының сополимерлері коррозия процестерінің ингибиторлары болып табылады. Сомономер мен кросс-байланыстырушы антимикробтық фосфоний тұзы сіңіргіш ретінде кеңінен қолданылады [99].

Гидрогель - полимерлі қосылыстар, (сополимерлер) құрғақ ұнтақ немесе түйіршіктер түрінде өндіріледі. Полимер тізбектері бастапқыда «бүктелген» күйінде болады, су қосылып, ішіне су енеді. Гидрогельді қалыптастыруы кезінде түйіршіктердің ісінуі байқалады. Гидрогель топырақты ылғалдандырмайды. Топырақта гидрогельдің болуы оның ылғалдылығына байланысты емес. Гидрогелдің қатысуымен өсімдіктер алдымен топырақтан, содан кейін түйіршіктерден ылғал алады. Топырақ құрғақ болса да, гидрогель түйіршіктерінен су өсімдіктерге қалыпты түрде қоректенуіне көмектеседі. Гидрогель суын пайдалану үшін тамырлар гидрогель түйіршіктеріне егілуіне немесе олармен байланыста болуы үшін 1,5 -2 апта қажет.

Гидрогель ылғалды көп талап ететін баклажан, бұрыш, балдыркөк, қызанақ өсіруде кең қолдынылады. Гидрогельді мөлшерінен тыс қолдану тұтас тамырдың құлдырауына әкеліп соғады, көшеттер де созылып, сапасы нашарлайды. Сондықтан күнделікті топырақтың ылғалдылығын бақылап отыру қажет.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] R.S.Harland, R.H.Prudhomme. Polyelectrolyte Gels: Properties, Preparation and Applications// ACS Symposium Series Vol.480. Amer. Chem. Society, Wash., D.C., 1992, p.7-12.

[2] J.Thiel, G.Maurer und J.M.Prausnitz. Hydrogele: Verwendungsmoglichkeiten und termodynamische Eigenschaften// Chemie Ingeneur Technik 1995,B.67,№ 12. S.1567-1583.

[3] Будтова Т.В., Сулейменов И.Е., Френкель С.Я. Сильнонабухающие полимерные гидрогели - некоторые современные проблемы и перспективы (обзор) // Журн. прикл. химии. 1997. Т.70, № 4. С.529-539.

[4] Шварева Г.Н., Рябова Е.Н., Шацкий О.В. Суперабсорбенты на основе (мет)акрилатов, аспекты их использования // Пластические массы. 1996, №3.0.32-35.

[5] Дубровский С.А., Казанский К.С. Термодинамические основы применения сильнонабухающих

гидрогелей в качестве влагоабсорберов (обзор)//Высокомолек. соед. Сер. Б. 1993. Т.35, № 10. С.1712-1721.

[6] Dayal и., Mehta S.K., Choudhary M.S., Jain R.C. Synthesis of acrylic superabsorbents// J. Macromol. Sei. Part.C. 1999. V.39, № 3. P.507 - 525.

[7] N.A.Peppas and B.D.Barr-Howell, *in* Hydrogels in Medicine and Pharmacy, Vol.1. Fundamentals/ N.A.Peppas, Ed. CRC Press, Boca Raton, FL, 1987, p.29-35.

[8] Успенская М.В. Особенности набухания гидрогелей сополимеров акриловой и 3-хлор-бутадиенфосфиновой кислоты // Жури, прикл.химии, 1998.Т.71,№3.С.502-504.

[9] Успенская М.В., Янковский С.А., Кривчун М.Н., Бобашева А.С. Новые полиэлектролитные гидрогели на основе акриловой кислоты// Хим. пром. 1998. №3.0.123-127.

[10] Успенская М.В., Янковский С.А., Бобашева А.С. Синтез и свойства сетчатых гидрогелей сополимеров акриловой кислоты с 3-хлор-1,3-бутадиен-2-фосфиновой кислотой// Журн.общ.химии. 1998. Т.68, № 5. С.784-787.

[11] Пат. 5512644 США, МКИ С08 F226/06 Ampholytic polymer capable of absorbing aqueous electrolyte solution/ Ogura Kuriyoshi, Sasaki Kuoki, Toyo Boseki K.K. - № 302428. Заявл. 8.9.94. Опубл.30.04.96. Приор.8.9.93. JVb 5-223532 (Япония) НКИ 526/258. РЖХ 1998, №16, реф.16С413П.

[12] Пат. 5523367 США, МКИ С08F226/06 С08F228/02. Superabsorbent polymer from ampholytic monomers/ Ahmed Igbul; Phillips Petroleum Co. - № 376577; Заявл. 23.1.95. Опубл. 04.06.96; НКИ 526/240. РЖХ 1998, №8, реф.8Т304П.

[13] Пат. 5281673 США, МКИ С08F251/00 С08F255/00. Superabsorbent polymer/ Ahmed I., Hsieh H.L.; Phillips Petroleum Co. № 11917; 3аявл.1.2.93; Опубл.25.01.94;ЬЖИ 525/281. РЖХ 1995, №12, реф.12Т196П.

[14] Mathur A.M. , Moorjani S.K., Scranton A. B. Methods for Synthesis of Hydrogels Networks: A Review// J. Macromol. Sci. Part.C: Chem. Phys. 1996.V.36, №2. P.405-430.

[15] Kazanskii K.S., Dubrowski S.A. Chemistry and Physics of "Agricultural" Hydrogels// Advances in Polymer Science. 1992, №.104 (Polyelecrolytes, Hydrogels, Cromatogr. Mater.). P.97-133.

[16] Аракелов Г.Г., Гапоненко И.М., Налбандян Ю.Е., Симанян А.А. Водопоглощающие полимеры и их использование. Мин. хим. пром. НИИТЭХИМ. Обзорн. инф.- М., 1988.

[17] Zhao X. , Zhu S., Hamielec A.E., Pelton R.H. Kinetics of polyelectrolyte network formation in free-radical copolymerization of acrylic acid and bisacrylamid// Macromol. Symp. 1995. № 92. P. 253-300.

[18] Валуев Л.И., Чупов В.В., Сытов Г.А. Влияние химического строения бифункциональных сшивающих агентов на структуру и физико-химические свойства неионогенных гидрогелей// Высокомолек. соед. Сер.А. 1995. Т.37, №5. С.787-791.

[19] Harland R.S. and Peppas N.A. Swelling equation for confined homogeneous and heterogeneous polymeric networks: calculation of Mc in swellable two-phase systems// J. Appl. Polym. Sci. 1992. V.45, №13. P.2121-2128.

[20] Павлова М.А., Кастельянос-Доминго О.М. Получение криогелей полимеризацией 2-оксиэтилметакрилата в присутствии персульфата натрия и N,N,N,N-тетраметилэтилендиамина в качестве инициатора системы// Журн. прикл. химии. 1996. Т.69, №9. С. 1558-1563.

[21] Zhou W.-J., Yao H.-J., Kurlh M.J. Studies of crosslinked poly (AM -MSAS- AA)gels. II. Effects of polymerization conditions on the water absorbency// J. Appl. Polym. Sci. 1997. V.64, №5. P.1009-1014.

[22] Zhou W.-J., Yao H.-J., Kurlh M.J. Studies of crosslinked poly (AM -MSAS- AA) gels. I. Synthesis and characterization// J. Appl. Polym. Sci. 1997. V.64, №5. P.1001-1007.

[23] Phosporeted sulfonated carboxylic acid copolymers and their manufacture for water treatment/ Wang L ., Zhang T., Zhai G.; Faming Zhuanli Shenging Gongkai Shuomingshy - № 95. 1995.

[24] Microbicidal waterabsorbing resins/ Takatsu S., Shimura S.; Nippon Chemical Ind. Jap.- № 96. 1996.

Омирова Р., Болысбек А.

Современное состояние производства гидрогелей и механизм формирования их супрамолекулярной структуры

Резюме. В статье представлены последние исследования широко используемых гидрогелей в сельскохозяйственном секторе. Описан механизм их супрамолекулярной структуры при образовании гидрогелей.

Ключевые слова: химия, гидрогель, механизм, реакция, полимеры.

Omirova R., Bolysbek A.

The current state of hydrogels production and the mechanism of their supramolecular structure formation

Summary. The article presents recent studies of widely used hydrogels in the agricultural sector. The mechanism of their supramolecular structure is described at hydrogels formation.

Key words: chemistry, hydrogel, mechanism, reaction, polymers.

УДК 556.551

B.K. Kenzhaliyev, T.Yu. Surkova, A.N. Berkinbayeva, Z.D. Dosymbayeva, M.T. Chukmanova
(“Institute of Metallurgy and Ore Beneficiation” JSC , Almaty, Kazakhstan
JSC "The Kazakh National Research Technical University after K.I. Satpayev», Almaty, Kazakhstan)

PROSPECTS OF NATURAL SORBENTS APPLICATION IN KAZAKHSTAN

Abstract. Contemporary issues of environmental safety of Kazakhstan are reviewed and set the direction the researches aimed to resolve these issues.

The article describes the large uranium-bearing hydrological provinces in the country, numerous small deposits and uranium ore occurrences, which cause an increased level of natural radioactivity (also wastes accumulated in uranium mining plants). Different methods of purification of liquid radioactive wastes are considered.

The review and characteristics of natural sorbents - schungites, zeolites - in comparison with synthetic sorbents are provided.

The prospects of using modified natural sorbents for the purification of liquid radioactive wastes are estimated.

Key words: natural sorbents, zeolite, shungite, liquid waste, man-made solutions, sorption, environmental safety.

Б.К. Кенжалиев, Т.Ю. Суркова, А.Н. Беркинбаева, З.Д. Досымбаева, М.Т. Чукманова
(АО Институт металлургии и обогащения, Алматы, Казахстан
НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева», Алматы, Казахстан ainur_kbk@mail.ru)

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТОВ КАЗАХСТАНА

Аннотация. Рассматриваются актуальные проблемы экологической безопасности Казахстана и направления исследований для решения этих проблем.

Описаны имеющиеся в республике крупные ураноносные гидрологические провинции, множество мелких месторождений и рудопроявлений урана, которые обуславливают повышенный уровень естественной радиоактивности (также отходы, накопленные на уранодобывающих предприятиях).

Рассмотрены различные варианты методов очистки жидких радиоактивных отходов. Даны обзор и характеристики природных сорбентов – шунгитов, цеолитов – в сравнении с синтетическими.

Оценены перспективы использования модифицированных природных сорбентов для очистки жидких радиоактивных отходов.

Ключевые слова: природные сорбенты, цеолит, шунгит, жидкие отходы, техногенные растворы, сорбция, экологическая безопасность.

В настоящее время в связи с расширением перечня выпускаемой продукции и областей ее применения, следствием чего является наращивание объемов производств, возрастает угроза загрязнения окружающей среды. К историческим источникам загрязнения относятся: нефтегазовые и гидрогеологические скважины, шахты, рудники (в том числе с радиоактивными отходами), хвостохранилища и накопители сточных вод, которые являются реальной угрозой экологической безопасности страны **[1].**

Особое место среди указанных источников занимают радиоактивные отходы. Следует отметить, что с каждым годом человечеству требуется все больше энергии, а запасы органического топлива небезграничны. Уже сегодня ядерная энергетика – это технически развитая и апробированная временем отрасль энерготехнологии, занимающая заметное место в мировом производстве электроэнергии. Развитие атомной энергетики и ядерной промышленности неразрывно связано с созданием современных технологий переработки радиоактивных отходов. Удаление вредных отходов – серьезная проблема в развитых и во многих развивающихся странах.

В Казахстане имеются крупные ураноносные гидрологические провинции, множество мелких месторождений и рудопроявлений урана, которые обуславливают повышенный уровень естественной радиоактивности (также отходы, накопленные на уранодобывающих предприятиях). Опасным является использование для питьевых и хозяйственных нужд воды, зараженной радионуклидами **[2].** Проблема переработки, дезактивации и захоронения жидких радиоактивных отходов (ЖРО) является исключительно актуальной.

Как известно, Казахстан занимает второе место в мире по запасам природного урана и лидирующие позиции в его производстве. В связи с наращиванием выпуска урановой продукции требуются новые подходы в решении вопроса разработки эффективных технологий ее добычи и извлечения, а также ужесточения требований к утилизации отходов. В этой связи разработка способов доизвлечения урана из техногенных урансодержащих растворов позволит повысить экологическую безопасность и экономическую эффективность урановых производств. К техногенным урансодержащим растворам относятся сбросные растворы гидрометаллургического завода ТОО «Степногорский горно–химический комбинат», сбросные рафинаты и маточные растворы дочерних предприятий АО "НАК "Казатомпром", среди которых АО «УМЗ», АО «Волковгеология», ТОО «Казатомпром–Демеу», ТОО «Аппак», ТОО «Семизбай, ТОО «Кызылкум», ТОО «Бетпак Дала», ТОО «Байкен–U» и др. Вместе с тем, с увеличением количества урановых производств увеличивается и количество урановых отходов.

К методам очистки жидких радиоактивных отходов относятся: безреагентные, термические, мембранные, осадительные, электродиализ, обратный осмос, ультрафильтрация, коагуляция, химическое осаждение, сорбционные методы очистки, включающие ионный обмен (неорганические иониты, природные неорганические иониты, синтетические неорганические иониты) **[3–4].**

Одним из наиболее простых методов очистки растворов от радиоактивных элементов является коагуляция. Часто коагуляция сочетается с методами осаждения. Очистку проводят с использованием химических осадителей и коагулянтов – гидроксидов Fe, Al, Ti, а также фосфатов, сульфатов, сульфидов и др. При коагуляции к жидким радиоактивным стокам добавляются химические реагенты, переводящие растворенные радионуклиды в нерастворимые формы. которые отделяются от радиоактивных стоков либо гравиметрически, либо при помощи ультрафильтрации. Общим недостатком описанных методов является то, что они дорогостоящие, а также требуют использования импортного оборудования и дефицитных реагентов [5–7].

Раздельное использование вышеперечисленных методов, в ряде случаев, не позволяет достичь требуемой степени очистки жидких отходов сложного химического и радионуклидного состава, приходится применять несколько методов, что усложняет и удорожает очистку в целом.

Особое место в технологии переработки объектов с низким содержанием полезных компонентов занимают процессы ионного обмена. Это обусловлено специфическими особенностями этого процесса: высокая избирательность, возможность не только селективно извлекать ионы, но и концентрировать их на стадии десорбции, комплексообразования и т.п., простота и компактность технологического оформления.

На сегодняшний день методы сорбционной очистки с применением синтетических и природных сорбентов являются наиболее распространенными и эффективными, а во многих случаях и безальтернативными [8].

Используемые синтетические сорбенты, как правило, достаточно дорогие материалы, и их применение влечет за собой значительные экономические затраты. Они обеспечивают высокую степень очистки, но предъявляют жесткие требования к растворам по солесодержанию, наличию взвесей, что обуславливает необходимость предварительной подготовки растворов.

Синтетические сорбирующие вещества наиболее часто применяются в странах, с высокоразвитой промышленностью, например страны ЕЭС, Америка и Япония. В основном для сорбции урана из технологических растворов применяют синтетические сорбенты–аниониты: Purolite, Amberlite, Amberseb, АН–2Ф**,** Lewatit и др. [9]. Основной недостаток этих синтетических сорбентов, как было сказано выше, – их высокая стоимость.

Очистка методами ионного обмена проводится как с использованием синтетических (ионообменные смолы) материалов, так и неорганических природных сорбентов. Последние отличаются невысокой сорбционной емкостью, однако сочетая синтетические и природные сорбенты, можно проводить достаточно глубокую очистку жидких отходов ядерного производства от примесей.

Вместе с тем, возрастающая угроза загрязнения окружающей среды органическими веществами, тяжелыми металлами, радионуклидами, в том числе ураном, диктует необходимость использовать недорогие сорбенты комплексного действия для решения экологических задач.

В последнее время широкое применение в промышленности находят природные сорбенты: шунгит, цеолит и фосфогипс, которые являются дешёвыми материалами по сравнению с синтетическими смолами и имеются в больших объёмах в Казахстане.

Шунгитовые породы представляет собой уникальный неорганический природный материал на основе углерода и минеральных компонентов. Основная масса (99 %) шунгита представлена некристаллическим углеродом, определяющей особенностью которого является глобулярная структура. В ее основе лежит глобула – полое многослойное образование с размерами 10 нм. Такое строение позволяет рассматривать шунгит как природный композиционный материал и предполагает возможность проявления им сорбционных свойств [10].

Шунгиты Коксуского месторождения относятся к шунгитистым породам по содержанию углерода (до 20 %, среднеуглеродистые), обладают широким сорбционным потенциалом. Коксускому шунгиту присуща высокая прочностью, достаточная плотность, химическая стойкостью по отношению к неорганическим кислотам и многим растворителям, электропроводность, активность и реакционная способность – при нагреве он способен забирать кислород из воздуха [11].

Цеолиты – минералы из группы водных алюмосиликатов щелочных и щелочноземельных элементов с тетраэдрическим структурным каркасом, включающим полости (пустоты), занятые катионами и молекулами воды. Известно более 30 видов природных цеолитов, но лишь часть из них образует крупные месторождения удобные для промышленной переработки. Наиболее распространенные природные цеолиты: шабазит, морденит, клинопптиломит [12–13].

Интерес к природным сорбентам не случаен. Широкое распространение в природе, низкая стоимость и простая технология их применения, наряду с достаточно высокими сорбционными свойствами, делает перспективным использование этих минералов.

Главными требованиями, предъявляемыми к сорбентам, являются: высокие значения сорбционной емкости, удельной поверхности и пористости. Структура и поверхность сорбентов определяет их технологические свойства, механизмы взаимодействия с отдельными веществами.

Природные сорбенты как правило, имеют невысокую сорбционную емкость, недостаточную механическую прочность. Применение природных минералов в очистке жидких отходов приемлемо с экологической и экономической точки зрения, но зачастую такие материалы не обладают нужными сорбционными свойствами и их необходимо дополнительно модифицировать.

Существует ряд эффективных методов химического и физического модифицирования сорбентов для увеличения и регулирования их пористой структуры, изменения химической природы поверхности. Химические способы модифицирования сорбентов заключаются в воздействии на образцы химических реагентов. В зависимости от химического реагента подразделяют кислотную, щелочную, солевую и комбинированную активации. В результате взаимодействия сорбента с минеральными кислотами водород в них обменивается с периферическими ионами вещества (K, Na, Ca, Mg) путем обменной адсорбции. Кислотная обработка приводит к увеличению удельной поверхности, сорбционного объема, изменению кислотно–основных свойств поверхности, что в конечном итоге способствует более эффективной работе сорбента [14].

Известны способы получения сорбентов путем обработки цеолита водными щелочными растворами с последующей термообработкой [15]. При гидротермальном модифицировании алюмосиликагелей разного состава пористость и удельная поверхность получаемых сорбентов зависит от соотношения кремнезема и глинозема. При рассмотрении физических методов активации природных сорбентов были установлены следующие закономерности. Наиболее простым способом, не требующим дополнительных реагентов и сложного аппаратного оформления, является термическое модифицирование различных материалов. Термическая обработка цеолитов позволяет получить более широкий набор активных центров различной природы, а отсюда и возможность более широкого целенаправленного и, в то же время, разнообразного использования цеолитов в технологических процессах. Нагревание природных цеолитов до 700 ºС увеличивает удельную поверхность и улучшает их сорбционные свойства. Для получения прочных и водостойких материалов из природных цеолитов их нагревают в печах с хлоридом и карбонатом натрия при 1000 ºС. Если нагревание исходных материалов вести быстро, то они вспениваются, в результате чего объем и пористость увеличиваются в 5–20 раз.

Ультразвуковая активация – один из современных способов ускорения протекания различных химических процессов. Применение ультразвука позволяет регенерировать сорбенты с эффективностью 88–94 % при сохранении их структуры [16].

Введение в структуру сорбента дополнительных функциональных групп приведет к формированию новых адсорбционных центров, увеличив сорбционную емкость и избирательность сорбента. Правильно подобрав способ модификации можно сохранить жесткий каркас минерала и придать ему новые качества и свойства, сделав их селективными по отношению к урану и другим целевым продуктам [17].

Однако вопрос до конца не решен. Несмотря на разнообразие применяемых сорбентов, многие из них не удовлетворяют всему комплексу требований, предъявляемых к материалам подобного типа, в связи с чем поиск и разработка новых сорбционных материалов ведется постоянно.

Таким образом, использование модифицированных природных минералов, широко распространенных в Казахстане типа алюмосиликатов, шунгитов и др., является перспективным направлением в области создания отечественных сорбентов. Разработка физико-химических принципов целенаправленного регулирования структуры и свойств природных минералов Казахстана путем их модификации различными по природе химическими реагентами позволит не только очистить эти растворы от урана, но и повысить экономическую эффективность указанных производств за счёт повышения степени извлечения урана.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Концепция экологической безопасности РК на 2004–2015 годы. «Казахстанская правда» от 10 декабря 2003 года №355-356.

[2] Lixi Chen,Ying Wang, Xiangyang Yuan, YiRen Ning, Liu Lihua, Yuan Wen Feng. Highly selective extraction of uranium from nitric acid medium with phosphine oxide functionalized pillar [5] arenes in room temperature ionic liquid // Separation and Purification Technology. –2018. –Vol. 192 (9). –P. 152-159. https://doi.org/10.1016/j.seppur.2017.10.011

[3] James T.M., Mark D.O., Richard I.F., Neilish S., Karin S., Clint A. Sh. Polyamine functionalised ion exchange resins: Synthesis, characterisation and uranyl uptake // Chemical Engineering Journal. –2018. –Vol. 334(15). – P. 1361-1370. https://doi.org/10.1016/j.cej.2017.11.040

[4] Rorie Gilligan, Aleksandar N. Nikolosk. The extraction of uranium from brannerite – A literature review // Minerals Engineering. –2015. –Vol.71. –P. 34-48. doi.org/10.1016/j.mineng.2014.10.007

[5] Nur Nadiatul Hidayah, Sumaiya Zainal Abidin. The evolution of mineral processing in extraction of rare earth elements using solid–liquid extraction over liquid–liquid extraction: A review // Minerals Engineering. –Vol. 112, –2017. –P. 103-113. https://doi.org/10.1016/j.mineng.2017.07.014

[6] Elham N., Mika S., ChristianW. Uranium removal from Pyhäsalmi /Finland mine water by batch electrocoagulation and optimization with the response surface methodology // Separation and Purification Technology. –2018. –Vol. 193. 20. –P. 386-397. https://doi.org/10.1016/j.seppur.2017.10.020

[7] Jiménez S., Micó M.M., Arnaldos M., Medina F., Contreras S. State of the art of produced water treatment // Chemosphere. –2018. –Vol. 192. –P. 186-208. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.10.139

[8] Ahmed A.G., Mohammad G.M., Nabawia M.G., Thierry V., Eric G. Chemical modifications of chitosan nano–based magnetic particles for enhanced uranyl sorption // Hydrometallurgy. –2017. –Vol. 168. –P. 127-134. https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2016.08.011

[9] Mohamed F. Ch. Synthesis of pyridylazo resorcinol – functionalized Amberlite XAD–16 and its characteristics for uranium recovery // Journal of Environmental Chemical Engineering. –2015. –Vol. 3. –Issue 2. –P. 642-652. https://doi.org/10.1016/j.jece.2015.02.003

[10] Åsa Gustafsson, SarahHale, Gerard Cornelissen, Elisabeth Sjöholm, Jonas S.Gunnarsson. Activated carbon from kraft lignin: A sorbent for *in situ*remediation of contaminated sediments // Environmental Technology & Innovation. –2017. –Vol. 7. – P. 160–168. https://doi.org/10.1016/j.eti.2016.11.001

[11] Мусина У.Ш., Самонин В.В. Углерод–минеральный состав шунгитовых пород Коксуского месторождения Казахстана // Известия СПбГТИ (ТУ). –2013. –№19(45). –С. 39-41.

[12] Maria V. Synthesis and characterization of new zeolite materials obtained from fly ash for heavy metals removal in advanced wastewater treatment // Powder technology. –2016. –Vol. 294. –P. 338-347. https://doi.org/10.1016/j.powtec.2016.02.019

[13] Peter J.R., Howard J.F. Natural and surfactant modified zeolites: A review of their applications for water remediation with a focus on surfactant desorption and toxicity towards microorganisms // Journal of Environmental Management. –2018. –Vol. 205. –P. 253-261.

https: //doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.09.077

[14] Ahmed A.G., Mohammad G. M., Sayed T. A., Nabawia A. G., Asem A. A., Thierry V., Eric G. Cysteine–Functionalized Chitosan Magnetic Nano–Based Particles for the Recovery of Light and Heavy Rare Earth Metals: Uptake Kinetics and Sorption Isotherms // *Nanomaterials.* –2015. –Vol. *5*(1). –P. 154-179. https://doi.org/10.3390/nano5010154

[15] Узденбаева Ж.К., Кравченко М.М. Способы активации природных сорбентов – бентонитов и цеолитовых туфов Таганского месторождения южного Призайсанья // Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева. – 2008. –№ 4. –С. 102-107.

[16] Zhehao S., Cheng L., Zhen C., Wei Ch. Study on regeneration effect and mechanism of high–frequency ultrasound on biological activated carbon // Ultrasonics Sonochemistry. –2018. –Vol. 44. –P. 86–96. https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2018.01.024

[17] Houhoune F., Nibou D., Chegrouche S., Menacer S. Behavior of modified hexadecyltrimethylammonium bromide bentonite toward uranium species // Journal of Environmental Chemical Engineering. –2016. –Vol. 4. –Issue 3. –P. 3459-3467. https://doi.org/10.1016/j.jece.2016.07.018

Кенжалиев Б.К., Суркова Т.Ю., Беркинбаева А.Н., Досымбаева З.Д., Чукманова М.Т.

Қазақстанның табиғи сорбенттерін пайдалану мәселелері

Түйіндеме. Мақалада Қазақстанның экологиялық қауіпсіздігінің өзекті мәселелері және осы мәселелерді шешу үшін зерттеу бағыттары қарастырылады.

Республикада сипатталған уранның ірі гидрологиялық провинциялары, көптеген шағын кен орындары мен уран кендері кездеседі, бұл табиғи радиоактивтіліктің (уран өндіруші кәсіпорындарда жиналған қалдықтар) деңгейін арттырады.

Сұйық радиоактивті қалдықтарды тазартудың әр түрлі нұсқалары қарастырылады. Синтетикалық сорбенттермен салыстырғанда, табиғи сорбенттердің – шунгттер, зеолиттердің шолуы мен сипаттамалары келтірілген.

Сұйық радиоактивті қалдықтарды тазарту үшін модификацияланған табиғи сорбенттерді қолдану перспективалары бағаланады.

Түйінді сөздер: табиғи сорбенттер, цеолит, шунгит, сұйық қалдықтар, техногендік ерітінділер, сорбция, экологиялық қауіпсіздік.

Kenzhaliev B.K., Surkova T.Yu., Berkinbayeva A.N., Dosymbayeva Z.D., Chukmanova M.T.

Prospects of natural sorbents application in Kazakhstan

Summary. Contemporary issues of environmental safety of Kazakhstan are reviewed and set the direction the researches aimed to resolve these issues.

The article describes the large uranium-bearing hydrological provinces in the country, numerous small deposits and uranium ore occurrences, which cause an increased level of natural radioactivity (also wastes accumulated in uranium mining plants). Different methods of purification of liquid radioactive wastes are considered.

The review and characteristics of natural sorbents - schungites, zeolites - in comparison with synthetic sorbents are provided.

The prospects of using modified natural sorbents for the purification of liquid radioactive wastes are estimated.

Key words: natural sorbents, zeolite, shungite, liquid waste, man-made solutions, sorption, environmental safety.

UDC 666.9-1

G. Kambarova, Y. Raiymbekov, A. Kuralov
(M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan, eplusr@bk.ru)

STUDY RESULTS OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF IRON OXIDE PIGMENTS

Abstract. The article presents the results of research of physical and chemical properties of iron oxide pigments in the deposits of the Republic of Kazakhstan. Granulometric and chemical compositions of ores are described, changes in colorimetric parameters in the dynamics of temperature effects on high-luster pigments are considered.

Key words: chemistry, pigment, iron oxide, minerals, chemical composition.

The world production of paints and varnishes is largely based on natural pigments. Even in countries with developed production of artificial dyes, the consumption of mineral pigments has been increasing annually by 0.3-0.5% per year over the past 35-40 years and amounts to 0.1-0.3 kg per person [1]. In the US, the level of production of only iron oxide natural pigments in the last 30 years is 37-52 thousand tons per year; of them: for the production of varnishes and paints 34-36%, coloring of building materials (cement, solutions, concrete, roofing materials) -20-22%. In addition, 35-40 thousand tons of natural (15-25 thousand tons) and 45-50 thousand tons of artificial iron oxide pigments are imported annually [2].

With the current scale of the use of paints, when the volume of their consumption doubles approximately every 13-15 years [3, 4], the share of the use of artificial colors is constantly increasing (65 - 70% of the total). At the same time, pigments from natural raw materials, characterized by high color and painting and technical indicators, atmospheric resistance, have a stable range, demand and applications [5].

At present, the quality requirements of the components used by the paint industry, especially artificial and natural pigments, have increased significantly. To date, an understanding of the fact that the time of use of mechanically processed cheap mineral raw materials has passed. Only the highest quality natural

pigments, such as "Surik iron", are able to compete in color and painting and technical parameters with artificial colors. To obtain them according to the usual schemes, only marsh ores with a high content of minerals - chromophores (Fe_2O_3) are suitable.

Reserves for improving the quality of natural dyes are seen primarily in the change of technology of raw materials processing. Efforts in this direction were mainly aimed at pre-enrichment and special processing of raw materials, purposeful regulation of color, dispersion and other properties by introducing into their composition at certain stages of production of different modifiers, oxidizers and reducing agents.

Improving the quality of natural pigments, expanding the range and scope of their application is associated with the development and development of rational energy-saving industrial technologies. Of particular importance is the study of the possibility of using raw materials from deposits of the Republic of Kazakhstan of medium and low quality, whose reserves and resources are significant. It has become a real possibility to obtain high-quality iron oxide pigments of brown, black and other colors on the basis of bog iron ores of Kazakhstan using unconventional processing schemes that provide the necessary level of technological, operational and special properties of pigments.

Iron oxide pigments are natural or artificial materials, the color of which is due to the presence of iron oxides or hydroxides in them. Mineral iron oxide pigments are natural clusters of minerals rich in iron oxides or rocks, highly enriched by them. It is mainly oxidized iron and marsh iron ores used as coloring matter without chemical processing. The basic minerals of the chromophores of the iron oxide pigments are hematite (Fe_2O_3), goethite (FeOOH), hydrogoethite (Fe_2O_3 x $1.5H_2O$), hydrohematite (Fe_2O_3 x $0.5H_2O$) and magnetite (Fe_3O_4) [7-8].

The objects of research are iron ores of different quality, obtained from them iron oxide pigments and pigments painted construction materials and products. At the same time, the most detailed study of the raw material itself - typical ores of different quality with high, medium and low chromophore content (Fe_2O_3), carbonate and organic matter, as well as "turf" ores, characterized by a high content of organic matter deposits of Kazakhstan. Studies have been conducted on a significant number of samples of each type of ore (at least 30-40 pieces). In the preparation of tables and figures, typical samples were used, characterizing in the main features the entire type of ores they represent.

Iron ores are represented by loose powder material from brownish-brown and yellowish-brown to orange and cherry-red; the density of ores varies from 1780 to 2240 kg/m. The granulometric composition of the studied iron ores is presented in table 1, the mineral composition - table 2, the chemical composition of the ores – table 3.

Table 1. **Granulometric composition of typical ore deposits**

Field	Color of ores	Number of fractions,%; particle size, mm		
		more than 0,1	0,1-0,01	less than 0.001
Nikolaevsky	Orange	34-38	30-36	28-34
Sugatovsky	Brownish orange	38-40	32-36	26-28
Surgutaunovsky	Orange Brown	20-23	40-44	36-38
Perevalnoe	Brownish-brown	33-35	22-25	40-42
Kenderlik	Yellowish brown	33-35	22-26	41-44
Taizhuzen	Brownish-brown	16-20	35-37	44-48

Table 2. **Mineral composition of typical ores of iron oxide pigment deposits in the Republic of Kazakhstan**

Field	Color of ores	Mineral composition,%			
		Ferric hydroxides (goethite,	Organic matter	Carbonate substance	Clay substance
Nikolaevsky	Orange	80-85	10-15	2-5	1-2
Sugatovsky	Brownish orange	55-60	10-15	5-10	1-5
Surgutaunovsky	Orange Brown	35-40	20-25	25-30	3-5
Perevalnoe	Brownish-brown	20-25	10-15	45-50	1-2
Kenderlik	Yellowish brown	15-20	5-10	2-5	75-80
Taizhuzen	Brownish-brown	30-35	35-40	15-20	5-10

Table 3. **Chemical composition of typical ores of iron oxide pigment deposits in the Republic of Kazakhstan**

Месторождение	Color of ores	Oxides, %											
		SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	t.p.
Nikolaevsky	Orange	4.22	0.04	0.22	53.64	1.03	0.45	3.04	0.26	0.04	0.12	3.28	33.20
Sugatovsky	Brownish orange	4.26	0.01.	0.22	47.85	0.76	0.11	14.59	0.20	0.04	0.01	1.76	30.58
Surgutaunovsky	Orange Brown	4.90	0.01	0.01	33.16	0.73	0.45	21.30	0.25	0.05	0.05	0.94	38.14
Perevalnoe	Brownish-brown	6.89	0.03	0.01	17.88	0.39	1.33	31.00	0.38	0.03	0.07	4.04	37.50
Kenderlik	Yellowish brown	63.03	0.60	0.01	13.14	0.40	0.33	1.51	1.28	1.28	1.60	0.96	6.50
Taizhuzen	Brownish-brown	6.01	0.04	9.51	30.73	2.10	1.07	12.30	0.85	0.07	0.05	0.69	45.02

The color of the substance is determined by the value of the maximum absorption wavelength, the shade depends on the general nature of the absorption curve. For pigments with a clear bright hue, a narrow absorption band is characteristic. The wider the absorption band, the less clear and bright the pigment is. The absence of a clear maximum on the absorption curve is characteristic of brown flowers. When the absorption curve has several maxima or bends, the main color is the result of the total manifestation of the action of the additional colors.

The configuration of the obtained electronic optical reflection spectra is determined by the selective absorption of light in the near ultraviolet and near infrared regions of the spectra. Absorption in the 390, 490, and 640 nm regions is associated with electron transitions in Fe^{3+} ions in an octahedral crystal field, around 750 nm, with paired optically active centers, exchange-coupled pair's Fe^{3+} -Fe^{2+}.

X-ray and optical spectroscopic studies, the results of Mössbauer spectroscopy bog ore led to the conclusion that the major chromophore centers bog ores are iron ions, and the main minerals, the chromophores-goethite (hydrogoethite) and hematite (table 4). Variations in the concentrations of optically active centers determine the pigment color. With the increase in the pigment fraction increases ferric absorption in a violet wavelength range reflection peak shifts to longer wavelengths, coloring pigments becomes yellowish or orange-red. By increasing the pigment concentration in Fe ions, and exchange-coupled pairs Fe^{2+} - Fe^{3+} increased absorption in the infrared wavelength range reflection peak shifts to shorter wavelengths, color pigments appears in dark colors.

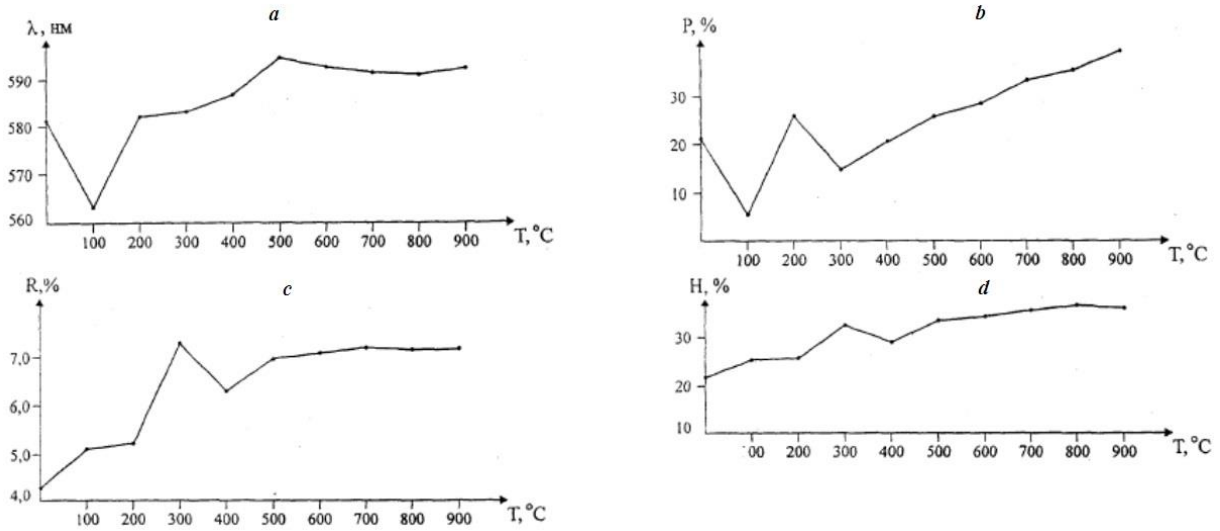


Fig. 1. Change in colorimetric parameters of high-iron bog ores during roasting: a - wavelength of the main color tone; b - purity of color; c - reflection coefficient; d - lightness of tone.

Changes in colorimetric parameters in the dynamics of temperature effects on high-iron pigments are shown in Figure 1. The following trends in the color variation of ferruginous roasting products are noted: at 100°C in comparison with the initial raw material, the wavelength of the main color tone decreases from 578-585 nm to 560-570 nm. Further heating of the ore to 200-300°C leads to an increase in the wavelengths of the main color tone to about the wavelength of the original sample. With a further increase in the firing temperature, an increase in the wavelength of the main color tone is observed up to 590-602 nm with jumps in the intervals 400-500°C and 500-600°C. When heated to 100°C, the purity of the tone is significantly reduced (from 25-40% to 5-9%). Heating up to 200-300°C leads to an increase in the purity of color to 25-35%, with heating to 400-900°C; it further increases to 40-45%. Similar trends are observed in the change in the overall coefficient of reflection and lightness: they increase from 4-6% of the initial to 8-10% of the final and 22-33% of the initial to 32-37% of the warmed up to 900°C, respectively.

Table 4. **Dependence of the average values of the colorimetric parameters of iron oxide pigments from the mineralogical type of chromophores**

Mineralogical types of chromophores	Number of chromophores, %		Colour, visually	Color tone, X, Nm	Purity of color, P,%	Lightness of color, H, %
	Fe^{+3}	Fe^{+2}				
Iron hydroxides (goethite, hydrogoethite)	95-100	0-5	Brownish yellow	575	23	24,1
Iron hydroxides (goethite, hydrogoethite) with hematite	95-100	0-5	Brownish orange	584	32	22,4
Hematite and hydroxides of iron (goethite, hydrogoethite)	80-100	0-20	Greenish yellow	581 .	40	21,1
Hematite (pigment)	100	-	Red	597	52	18,7

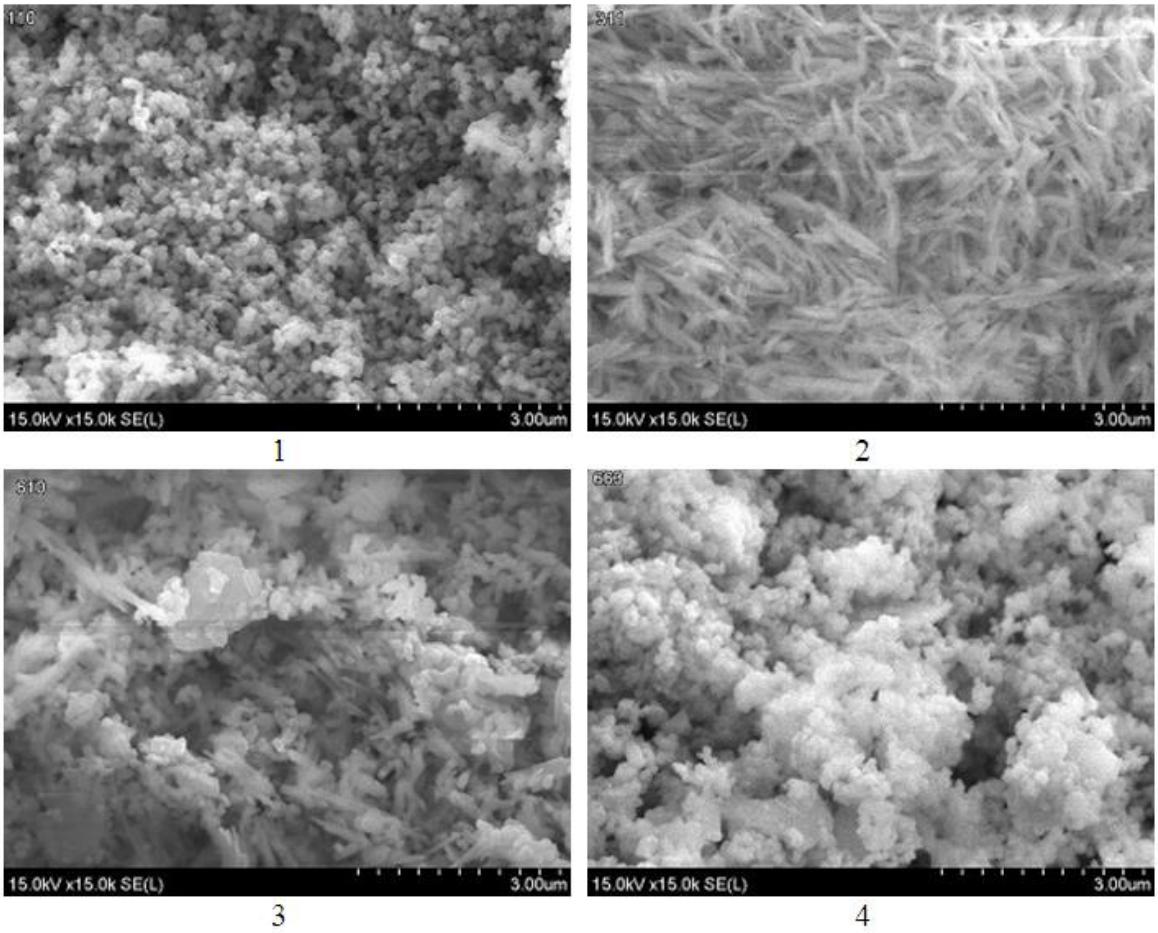


Fig. 3. Microphotographs of the test pigments: 1 - hematite, 2 - goethite, 3 - goethite + hematite + magnetite, 4 - hematite + magnetite

Iron oxide pigments are components of many materials used in a wide variety of industries. Due to its high coloring and covering ability, color saturation and excellent light fastness, and low cost, they are used in almost all industries where painting is required. The main part of pigments is used in paint and varnish and construction industries to impart protective, decorative and other physical and mechanical properties to surfaces (more than 70%). Pigments as dye and (or) dye filler are used in printing, paper, wallpaper, porcelain, ceramic, food, cosmetic, haberdashery industry and are part of the fibers, plastics, rubber, paper, oilcloth, linoleum, plasticize, pencils, leatherette and other materials (20-22%); Some of them are used as raw materials for the production of powder, synthetic and special pigments (heat-sensitive, luminous, antifouling, ceramic and anticorrosive) pigments (6-8%) [1, 7, 10-15].

REFERENCES

[1] Industrial Lackierbetrieb. 2004, Bd. 79. № 4.
[2] Industrial Minerals. N 375.2008.
[3] Lakokrasochnaja promyshlennost' za rubezhom. Vyp. 11. Razvitie promyshlennosti neorganicheskih pigmentov i napolnitelej za rubezhom. M.:NIITJeHIM, 1995.
[4] Surfase Cost. Jnt. JOSSA. 2006.V.79.N9. R.395-398.
[5] Bogomolova E.P., Kireeva V.G. Sostojanie lakokrasochnoj promyshlenno¬sti za rubezhom // Lakokrasochnye materialy.M. 1997. № 7-8. S. 10-12.
[6] Amer.Point Coat.J.2007.V.70.N7.
[7] Patton T. S. Pigment Hundbook. N.-Jork.V. 1.2003.
[8] Mineral'nye resursy zarubezhnyh stran. M.: NII «Zarubezhnaja geologija», 1998.s.421-451.
[9] Gosudarstvennyj balans zapasov poleznyh iskopaemyh Rossijskoj Federacii. Mineral'nye kraski. Vyp.54. 1991-2000gg.
[10] Belen'kij E.F., Riskin I.V. Himija i tehnologija pigmentov. L.: Himija, 1974.
[11] Ermilov P.I., Indejkin E.A., Tolmachev I.A. Pigmenty i pigmentiro¬vannye lakokrasochnye materialy. Ucheb. posobie dlja vuzov. L.: Himija, 1997.
[12] Tolstihina K.I. Prirodnye pigmenty Sovetskogo Sojuza. M.: Gosgeoltehizdat, 1993.
[13] Zalesskij B.V., Rozanov Ju.A. Opyt klassifikacii mestorozhdenij mi¬neral'nyh krasok // Voprosy mineralogii i petrografii. M.:Izd-vo AN SSSR, 1996.
[14] Zhelezookisnye pigmenty. Lakokrasochnaja promyshlennost'. Jekspress- inofrmacija. Vyp.21. M.: NIITJeHIM, 1986.
[15] Vagner G. Krasochnye pigmenty. SpB.: Himteoret, 2005.

Қамбарова Ғ., Райымбеков Е., Куралов А.

Темір оксидінің пигменттерінің физика-химиялық қасиеттерін зерттеу нәтижелері

Түйіндеме. Мақалада Қазақстан Республикасы кендерінің темір оксидінің пигменттерінің физика-химиялық қасиеттерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Руданың гранулометриялық және химиялық құрамы сипатталған, жоғары темірлік пигменттеріне температураның әсер ету динамикасында колориметрлік параметрлердің өзгеруі қарастырылған.

Кілттік сөздер: химия, пигмент, железооксидный, минералы, химический состав.

Камбарова Г., Райымбеков Е., Куралов А.

Результаты исследований физико-химических свойств железооксидных пигментов

Резюме. В статье приведены результаты исследований физико-химических свойств железооксидных пигментов месторождений Республики Казахстан. Описаны гранулометрический и химический составы руд, рассмотрены изменения колориметрических параметров в динамике температурных воздействий на высокожелезистые пигменты.

Ключевые слова: химия, пигмент, железооксидный, минералы, химический состав.

УДК 373.1.012

G.F. Sagitova, M.Sh. Zhumabayev, A.B. Alibayeva, S. Mukhametalikyzy, E.R. Syban

PRACTICAL RECOMMENDATIONS TO DEVELOPMENT MOTIVATION TO STUDY CHEMISTRY

Abstract. In this article the possibility to raise cognitive activity of pupils at chemistry lessons by means of didactic games, as games process stimulates thinking activity, a child feels and creates freely. A didactic game will allow to brightly implement all the principal teaching functions and also to use a complex of informative tasks of interdisciplinary character (the integrated tasks), a set of cards on self-testing of individual achievements and independent increase in level of knowledge and abilities.

Keywords: perspective, teaching chemistry, didactic games, cognitive activity, motivation

Г.Ф.Сагитова, Ш.А.Жумабаев, А.Б.Алибаева, С.Мухаметалиқызы, Е.Р.Сыбан
(Южно-Казахстанский педагогический университет, Шымкент, Казахстан,
Guzalita.f1978@mail.ru)

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗВИТИЮ МОТИВАЦИИ К ИЗУЧЕНИЮ ХИМИИ

Аннотация. В статье рассматривается возможность активации познавательной деятельности учащихся на уроках химий с помощью дидактических игр, так как именно в играх ребенок активно мыслит, чувствует и творит свободно. Дидактическая игра позволит ярко реализовать все ведущие функции обучения, а также использовать комплекс познавательных задач межпредметного характера (интегрированные задачи), комплект карт по самотестированию индивидуальных достижений и самостоятельному повышению уровня знаний и умений.

Ключевые слова: перспектив, преподавание химии, дидактические игры, познавательная деятельность, мотивация

Введение

Создание заинтересованного отношения к учению – проблема, проходящая через всю историю школы, не потерявшая актуальность и сегодня.

Известно, как неодинаков бывает уровень знаний и умений учеников, которых учит один и тот же педагог. Речь идет о нормальных в психическом развитии школьниках. Но они воспринимают и усваивают одни и те же объяснения учителя, один и тот же материал по–разному, что приводит к неодинаковым успехам. Наблюдения педагогов и психологов показывают, что результаты учебной деятельности во многом зависят от того, что побуждает эту деятельность, т.е. зависят от мотивов. От того, как удается развить мотивацию учения у школьников, вызвать потребность в знаниях, научить учиться, во многом зависит успешность обучения (А.К.Маркова, Л.И.Божович, А.Н.Леонтьев и др.). Но прежде чем развивать учебную мотивацию, ее необходимо познать, выявить ее реальный уровень и возможные перспективы, “зоны ближайшего развития“ у каждого ученика и класса в целом [1,2].

Мотивация – важнейший компонент структуры учебной деятельности, а для личности выработанная внутренняя мотивация есть основной критерий ее сформированности. Он заключается в том, что ребенок получает “удовольствие от самой деятельности, значимости для личности непосредственного ее результата” (Б.И. Додонов) [3,4].

Разные авторы дают различные определения мотивации [6, 7, 8, 9, 10].

Мотивация – (от лат. moveo – двигаю) система мотивов или стимулов, побудителей человеческого поведения и деятельности [7]. Есть такие определения:

1.Побуждение к деятельности, связанное с удовлетворением потребностей субъекта; совокупность внешних или внутренних условий, вызывающих активность субъекта и определяющих ее направленность.

2.Побуждающий и определяющий выбор направленности, деятельности, предмет (материальный или идеальный), ради которого она осуществляется.

3.Осознаваемая причина, лежащая в основе выбора и поступков личности.

Мотивация – совокупность всех факторов, механизмов и процессов, обеспечивающих возникновение побуждений к жизненно необходимым целям, то есть направляющих поведение на удовлетворение потребностей. К мотивации относят все то, что реально побуждает или может побуждать активность [8].

Мотивация выражается в побуждениях, вызывающих активность организма и определяющих ее направленность [9].

Мотивация – побуждения, вызывающие активность организма и определяющие ее направленность [10].

Мотивация – это общее название для процессов, методов, средств побуждения учащихся к продуктивной познавательной деятельности, активному освоению содержания образования. Мотивация – это конкретные побуждения, причины, заставляющие личность действовать, совершать поступки. Очень сложные образования, представляющие собой динамические системы, в которых осуществляется анализ и оценка альтернатив, выбор и принятие решений [5,6].

В отечественной психологии в качестве общего механизма возникновения мотива рассматривается реализация потребностей в ходе поисковой активности и тем самым превращение ее объектов в мотивы, «предметы потребностей». Отсюда вытекает центральная закономерность: развитие мотива происходит через изменение и расширение круга деятельности, преобразующей предметную действительность [10].

У животных диапазон объектов, выступающих в качестве мотива, дан от природы и жестко ограничен специального для каждого биологического вида кругом приспособительных инстинктивных форм деятельности [13]. У человека же источником развития мотива является не имеющий границ процесс общественного производства материальных и духовных ценностей. В качестве таких потенциальных мотивов в онтогенезе выступают присущие данному обществу объективные ценности, интересы и идеалы, которые в случае их интериоризации личностью могут приобрести побудительную силу и стать реально действующими мотивами. Эти мотивы выполняют функцию смыслообразования, то есть придают отражаемой в индивидуальном сознании действительности личностный смысл.

Функция смыслообразования связана с контролированием общей направленности деятельности личности [11]. Функция контролирования осуществляется не непосредственно, а через механизм «эмоциональной коррекции» поведения: эмоции оценивают личностный смысл происходящих событий и в случае несоответствия этого смысла мотиву изменяют общую направленность деятельности личности. Динамика мотива в конкретных ситуациях обусловлена активностью подситуативной, приводящей к постановке личностью сверхзадач и появлению новых мотивов деятельности. Изучение мотивационно-смысловой сферы составляет центральную проблему психологии личности, ее исторического и онтогенетического развития.

Мотивы по степени осознанности делятся на:

- осознанные, когда человек может сказать, что его побуждает к деятельности;
- неосознанные (человек не может назвать причину).

Мотивы по степени действия делятся на:

- потенциальные (сформированные на уровне сознания, но реально не побуждают к деятельности);
- реальные (реально побуждают человека к деятельности) [10].

Мотивация выполняет несколько функций: побуждает поведение, направляет и организует его, придает ему личностный смысл и значимость. Наличие нескольких функций мотивации показывает, что мотивация не только предшествует поведению, но и постоянно присутствует на всех его этапах, во всех его звеньях. Единство этих трех функций обеспечивает регулирующую роль мотивации в поведение. Причем третья – «смыслообразующая» функция (А.Н. Леонтьев) специфически человеческая и имеет центральное значение для характера мотивационной сферы. От того, какой смысл имеет учебная деятельность для данного конкретного ребенка, зависят проявления и других функций: побуждающей и направляющей. А это, в свою очередь, означает, что и побудительная сила мотивов учения (выраженность, интенсивность, длительность, устойчивость, эмоциональная окраска), и их роль в реальной организации учебной деятельности зависит, прежде всего, от сформированности смыслообразующей функции мотивации учения. Именно эта функция (роль учения в жизни ребенка) должна быть главным объектом воспитания [15].

Названные функции мотивации реализуются многими побуждениями. Фактически мотивационная сфера всегда состоит из ряда побуждений: идеалов и ценностных ориентаций, потребностей, мотивов, целей, интересов и др. Эти побуждения выполняют разную роль в общей картине мотивации, на различных этапах развития учебной деятельности приобретают то большее, то меньшее значение, поэтому знание их поможет учителю более дифференцированно воздействовать на отдельные моменты мотивации учения школьников.

Возрастное развитие мотивации состоит в появлении психологических новообразований, то есть качественно новых особенностей, характеризующих ее более высокий уровень [15].

В младшем школьном возрасте основной мотив учения состоит в большинстве случаев в самом выполнении учения как объективно значимой деятельности, ибо благодаря выполнению учебной деятельности ребенок приобретает новую социальную позицию.

В среднем школьном возрасте возникает новый тип мотива, определяемый позицией ребенка в самой школе, возрастают связи ученика с коллективом, увеличивается интерес к работе в школьных детских организациях.

И, наконец, в старшем школьном возрасте общие социальные мотивы оказываются связанными с широким кругом общественной жизни школьника, с подготовкой к выбору профессии, с определением широких жизненных перспектив [9].

Учителю важно помнить, что время, когда у школьников возникает дифференцированный интерес к разным сторонам учебной работы и особенно интерес к способностям учения, зависит, в первую очередь, от эффективности учебно-воспитательной работы. Этот интерес может возникнуть в середине младшего школьного возраста, чаще он складывается в подростковом, а в некоторых случаях не формируется в старшем школьном возрасте.

Начавшаяся у подростков дифференциация интересов вырастает в старшем школьном возрасте в устойчивое избирательное отношении к областям знания [6].

При формировании мотивации учителю следует ориентироваться на перспективы, резервы, задачи развития мотивации учения в данном возрасте.

Для мобилизации резервов мотивации в каждом возрасте необходимо организовать включение ребенка в активные виды деятельности (учебную, общественно-полезную) и виды, общественных взаимодействий его с другим человеком (учителем, сверстниками).

В ходе осуществления этих видов деятельности и социальных контактов у школьника возникают новые качества психического развития – психические новообразования.

Показателями наличия новообразований в мотивационной сфере является не общее возрастание положительного отношения к учению, а качественные изменения ее отдельных сторон, усложнение их отношений и, следовательно, усложнение строения мотивационной сферы. Можно считать, что в мотивационной сфере наступили необходимые качественные изменения, если выпускника школы удается воспитать как активную личность, то есть обладающую высоким уровнем целеполагания, занимающую вследствие этого активную жизненную позицию [14].

Выделим самые общие, принципиальные пути формирования мотивации.

Первый путь состоит в привитии школьникам идеалов, образцов того, какими должны быть мотивы учения. Недостаточность этого пути состоит в том, что есть опасность чисто формального усвоения требуемых побуждений.

Второй путь состоит в том, что ребенок включается взрослым в реальные различные виды деятельности и так приобретает практический опыт нравственного поведения. Здесь у школьника складываются реально действующие мотивы. Недостаточность этого пути состоит в том, что воспитатель не всегда уверен, что сложатся именно те побуждения, которые необходимы.

Путь воспитания мотивации через учебную деятельность является очень эффективным и недостаточно используется в школе [12].

Многочисленные психологические исследования показали, что характер мотивации можно программировать через тип учения. Так, если содержание обучения строится не как готовое знание, а как система задач для учащихся, если ученики подводятся к самостоятельному обнаружению теоретических положений учебного курса, если у них отрабатывается учебная деятельность в единстве ее компонентов, то у школьников складывается внутренняя, достаточно устойчивая, обобщенная мотивация к учению.

Опираясь на эти оптимистические выводы психологических исследований, учителю вместе с тем надо соотносить их с реальностью и учитывать, что воспитание мотивации – это длительный процесс, связанный со становлением школьников в целом.

Психологические исследования и практика школы свидетельствуют о принципиальной возможности формирования мотивации. Задача планомерного воспитания мотивации является вполне реальной для учителя, хотя требует времени, ибо касается глубоких внутренних механизмов становления личности школьника.

Главный путь воспитания полноценной мотивации – это не только создание благоприятного климата, атмосферы в ходе учения, а включение школьников в реальные виды деятельности (учебной, общественно полезной и др.), способы взаимодействия с окружающими.

Наряду с включением школьника в разные виды деятельности совершенно необходима работа по воспитанию нравственного сознания ученика, по усвоению им общественных эталонов, норм, идеалов, смысла учения. Поэтому воспитание мотивации учебной деятельности – это комплексная задача учителя, воспитателя, классного руководителя.

В целом, психологически обоснованный путь формирования мотивации школьников может состоять в следующем:

- учитель определяет задачи формирования мотивации в этом возрасте с учетом его перспектив, ориентируясь на «завтрашний день развития»;
- выясняет состояние мотивации учения у своих учеников;
- организует виды активной деятельности школьника, осуществляет широкую воспитательную работу, включает школьника в специально созданные педагогические ситуации, организует выполнение заданий, направленных на осознание своей мотивационной сферы, тренировку приемов целеполагания.

Для организации эффективной воспитательной работы по развитию мотивации учителю очень важно представить себе общие тенденции возрастного развития школьника: знать с какими мотивами приходит ребенок в школу, какая мотивация может и должна складываться у ученика к концу начальной школы, что важно для подготовки учащегося к решению задач средней школы; учитывать, какая мотивация может и должна сложиться у ученика к концу средней школы, чтобы выпускник был готов к постановке профессиональных и социальных задач.

Результаты и обсуждения

Учебная деятельность, как и любая другая человеческая деятельность, побуждается мотивацией. Современная психология рассматривает мотивацию как процесс побуждения человека к совершению тех или иных действий и поступков. Побудительным мотивом учебной деятельности является познавательная потребность, то есть потребность в познании нового. Познавательная потребность относится к высшим духовным потребностям, и ее реализация происходит в результате приобретения знаний.

Важнейшие требования к организации процесса обучения – формирование положительной мотивации к изучению предмета, а одно из условий формирования мотивов и интереса – наличие образовательных потребностей.

Познавательный интерес как средство обучения становится надежным только тогда, когда используется в арсенале средств развивающего обучения, прокладывающего дорогу росткам нового в развитии учеников, открывающего его перспективы. Внесение элементов оживления в содержание, в методы обучения и в формы работы учащихся с целью вызвать или упрочить их познавательный интерес, как отдельный эпизод, может дать лишь вспышку непосредственного интереса, но не передает во внутренний план деятельности, в отношение к учению. С устранением внешней занимательной ситуации, породившей этот временный, неустойчивый интерес, он может быстро угаснуть.

В последние годы в методике обучения химии на целенаправленное формирование мотивации обращают все большее внимания. Однако отнести эту проблему к числу достаточно изученных нельзя. Решенным можно считать лишь вопрос о роли мотивации в процессе усвоения знаний и способов действий. Функционирование разработанной методической системы развития внутренней мотивации изучения химии обеспечивается применением комплекса конкретных средств предметного обучения, которые в своей взаимосвязи способны сформировать мотивацию и вывести ученика на уровень самодвижения. Среди них логическое структурирование материала, занимательная информация и т.д.

Разработанная анкета состоит из двух блоков «А» и «Б». Вопросы блока «А» направлены на выявление степени сформированности мотивации у учащихся 9-го предпрофильного класса. Задачей блока «Б» явилось оценка степени влияния различных педагогических факторов на степень сформированности мотивации. Бланки ответов предварительно зашифровывали и раздавали учащимся в соответствии с заранее подготовленном списком. Помимо анкетирования анализировались успеваемость школьников по химии за 2017/2018 учебный год (годовая оценка).

Результаты исследования представлены на рисунке 1. По результатам анкетирования было выделено три группы уровня сформированности мотивации: высокий, средний и низкий.

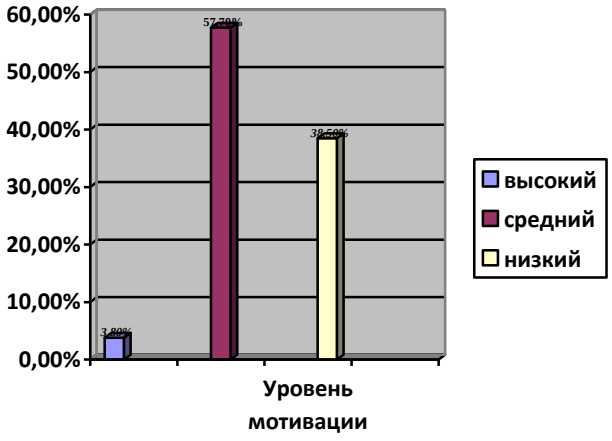


Рис.1. Диаграмма уровня сформированности мотивации к изучению химии у учащихся 9-х предпрофильных классов

Было обнаружено, что большинство учащихся имеют средний уровень мотивации (57,7 %), низкий уровень мотивации имеют 38,5 % и высокий уровень – 3,8 % учащихся.

Результаты анкетирования были сопоставлены с годовой оценкой по химии за 2017 – 2018 учебный год. Было установлено, что учащиеся с высоким уровнем мотивации имеют годовую оценку «5», учащиеся со средним уровнем мотивации в основном оценки «5» и «4» и с низким уровнем мотивации – «4» и «3».

Выводы

В результате проведенного нами исследования было выявлено, что очень большой процент учащихся имеют средний и низкий уровень мотивации. Для повышения уровня мотивации следует, как можно чаще использовать на уроках химии дидактические игры, так как именно в играх ребенок активно мыслит, чувствует и творит свободно. Дидактическая игра позволит ярко реализовать все ведущие функции обучения, а также использовать комплекс познавательных задач межпредметного характера (интегрированные задачи), комплект карт по самотестированию индивидуальных достижений и самостоятельному повышению уровня знаний и умений.

Большая роль в формировании мотивации отводится эксперименту. Так как первый этап знакомства с предметом, связанный с новым для учащихся методом познания – химическим экспериментом, обеспечивает некоторое усиление любознательности.

Приведенные данные подтверждают актуальность проблемы и обосновывают необходимость специальной работы учителя химии по развитию внутренней мотивации учения у школьников.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Ваулина Н.М. О мотивации изучения химии. //Химия, 2004, №2 – С. 53-59.

[2]. Гребенюк О.С. Общие основы педагогики: Учебник для вузов (О.С. Гребенюк, М.U. Рожков). – М.: Владос, 2003. – 160 с.

[3]. С.В. Ярцева “Реализация системно-деятельностного подхода при обучении химии” // Химия в школе. - 2010. – N 6. - С. 23-27.

[4]. Сафина Л.Г. Формирование эвристических умений будущего учителя химии с помощью игровых технологий: дис….канд.пед наук. Самара, 2009. 215с

[5]. А.А.Елизаров. Методика преподавания химии в школе.//Издательство « БИНОМ. Лаборатория знании» 2010

[6]. Маркова А.К., Орлов А.Б., Фридман Л.М. Мотивация учения и ее воспитание у школьников / Научно-исследовательский институт общей и педагогической психологии Академии педагогических наук. СССР. – М.: Педагогика, 1983. – 64 с.

[7].Педагогика. Учебное пособие для студентов педагогических вузов и педагогических колледжей. / Под ред. П.И. Пидкасистого. – М.: Педагогическое общество России, 1998. – 640 с.

[8].Педагогический словарь в 3-х томах. Т: 1 А – Н. М.: Академия педагогических наук РСФСР, 1960. – 774 с.

[9].Петровский А.В., Ярошевский М.Г. Психология: Учебник для студентов высших педагогических учебных заведений, – 3-е издание, стереотип. – М.: Издательский центр «Академия», 2002. – 512 с.

[10].Ручкова Н.А., Мухамеджанова В.Ф. Практикум по курсу «Основы общей психологии». – Пенза.: ПГПУ им. В.Г. Белинского, 2004. – 108 с.

[11].Чистякова С.Н. Проблемы и риски самоопределения старшеклассника в выборе профиля обучения // Профильная школа, 2004, №5. – С. 5-10.

[12].Евстафьева Е.И. Развитие внутренней мотивации изучения химии. // Химия в школе, 2003, №2. – С. 33-40.

[13].Кузнецова Н.Е., Гаркунов В.П. и др. Методика преподавания химии: Учебное пособие для студентов пед. институтов по хим. и биол. спец. – М.: Просвещение, 1984. – 415 с., ил.

[14].Малиновская Н. Развитие мотивации к профильному обучению с использованием элементов профессиональной ориентации. // Учитель, 2004, №2. – С. 13-17.

[15]. http://translit.net/ru/?account=bsi

Сагитова Г.Ф., Жумабаев Ш.А., Алибаева А.Б., Мухаметалиқызы С., Сыбан Е.Р.

Химияны оқытуда оқуға ынталандыруды практикалық дамыту жөніндегі ұсынымы

Түйіндеме. Мақалада химия сабағында дидактикалық ойындар көмегімен оқушылардың танымдық қызметке белсендіру мүмкіндігі қарастырылады, себебі дәл осы ойындар арқылы бала өзін еркін сезінеді, ойы дамиды. Дидактикалық ойын барлық жетекші оқу танымдық міндеттерді іске асыруға мүмкіндік береді, пайдалануға, сондай-ақ пәнаралық сипаттағы (интеграцияланған міндеттері) жиынтығы бойынша функцияларды айқын кешені карталарын жеке үлесін өз бетінше білім мен дағдылар деңгейін арттыруға және өзін-өзі тестілеуге мүмкіндік береді..

Кілттік сөздер: перспектив**,** химияны оқыту, дидактикалық ойындар, таным қызметі, ынталандыру

Sagitova G.F., Zhumabaev M.Sh., Alibaeva A.B., Mukhametalikyzy S., Syban E.R.

Practical recommendations to development motivation to study chemistry

Summary. In this article the possibility to raise cognitive activity of pupils at chemistry lessons by means of didactic games, as games process stimulates thinking activity, a child feels and creates freely. A didactic game will allow to brightly implement all the principal teaching functions and also to use a complex of informative tasks of interdisciplinary character (the integrated tasks), a set of cards on self-testing of individual achievements and independent increase in level of knowledge and abilities.

Keywords: perspective, teaching chemistry, didactic games, cognitive activity, motivation

УДК 543.33:544.654.2

A.Dalbanbay, B.G. Kemal, A. Dauletbay, M.Kh. Nauryzbayev
(Al Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
The Center of Physical Chemical Methods of Research and Analysis, Almaty, Kazakhstan
E-mail: amantay.d@gmail.com)

Pb (II) SPECIFICATION ON CARBON PASTE ELECTRODE MODIFIED BY ELECTROCHEMICAL DEPOSITION OF SILVER NANOPARTICLES IN WATER

Abstract. In this work a simple and economical electrode has been developed to detect Pb (II) in water by anodic stripping voltammetry. To achieve a better sensing performance of lead (II) CPE modified with silver nanoparticles by electrodeposition. The carbon paste electrode (CPE) modified with silver nanoparticles (AgNPs) demonstrates high sensitivity in the detection of lead (II) by using anodic stripping square wave voltammetry. For AgNPs modified CPE detection limit of lead was $8{,}03\times10^{-8}$ mol/L.

Keywords: silver nanoparticles, Pb^{2+} detection, carbon paste electrode, electrodeposition

Introduction

Refinement of water from toxic metals is worldwide concern. Toxic heavy metals are hazardous pollutants by their high solubility in the aquatic environments. They can be absorbed by living organisms. When they enter the food, large concentrations of heavy metals may accumulate in the human body. If the metals are ingested beyond the permitted concentration, they can cause serious health disorders. Therefore, detection of toxic heavymetals from aqeuous solution is primaryimportance.

Poisoning with lead in human cause's serious harm to the kidney, liver also nervous and reproductive systems. It also can affect to nephro toxic effects of high exposure level and bone injury for long-term exposure [1,2]. According to Ref. [3], for certain reasons children are more sensitive to the influence of lead than adults. Among to their major consequences are diminished intelligence quotient, effects on the nervous system, impairing of sensory systems, involuntary nervous and kidney functions, and premature births.

The main lead pollution is by automobiles and battery industries[4]. Also, ions of lead generally occur in industrial and agricultural wastewater and acidic leachate from landfill sites in relatively high concentration[1].

Up to know, many of methods have been applied to determine Pb ions. Researchers [5] were developed colorimetric detection technique for Pb^{2+} ions. In living organisms Pb^{2+} ions were detected with sensitive near-infrared fluorescent probe methods. [6] Also, a method was investigated for analysis of Pb ions in aqueous and biologic systems by combining online flow injection and preconcentration with inductively coupled plasma-MS [7]. But these methods need costly apparatus. The most reliable techniques used for the determination of Pb ion is the electrochemical methods, where they have many advantages such as high sensitivity and selectivity with high speed, less cost, relative simplicity and low detection limit. Although, nowadays voltammetric methods have been extensively used.

Voltammetric methods have been conducted with different electrodes. Carbon paste electrodes (CPEs) are perspective electrochemical sensors of wide workability. **The authors of more recent studies[8–12]have established that c**arbon paste electrodes were sensitive and reliable. Carbon paste electrodes have many possibilities like easily renewable surface, low cost, and have very low background currents[12]. The advantages of applying carbon wax electrodes for electrochemical measurements mostly in voltammetric and polarographic researches, such as improved reproducibility, low residual currents and robust in operation, have been earlier reported[13,14]. The carbon-wax sensor features (sensitivity, pH optimum, electrochemical behavior, storage and operational stability) have been evaluated and compared with a traditionally utilized

CP electrode using paraffin oil as the binding reagent[9].The present paper includes modified carbon paste electrode with improving properties. The deposited AgNPs to carbon paste electrode purposes new possibilities for the development of sensors with developed analytical performance.

Materials and Methods

2.1. Apparatus

Electrochemical measurements were carried out by using a conventional three electrode system. Modified carbon paste electrode acted as the working electrode. A saturated KCl Ag/AgCl electrode and Pt Plate served as reference and counter electrode, respectively. In case of electrodeposition of silver nanoparticles the reference electrode was silver wire. Electrochemical measurements such as CV, SWV and CA were carried out by computer controlled electrochemical workstation Biologic SP-300. All experiments were performed at room temperature, without any purge of inert gaseous. The morphologies of carbon paste electrode surface were obtained by Quanta 200i 3D scanning electron microscope (NNLOT, KazNU).

2.2. *Reagents*

All chemicals were analytical grade and used without further purification. All solutions were prepared with double-distilled water. Silver nitrate was used to prepare silver nanoparticles and also used to modify carbon paste electrode. Paraffin was used as the pasting agent for the carbon paste electrode and particle size less than 0.1 mm graphite was used for preparing the working electrode. Acetate buffer solution 0.1M, pH = 4.5 prepared by mixing stock standard solutions of acetic acid and sodium acetate.

2.3 Preparation of carbon paste electrode

In the present work, graphite was used to prepare carbon paste electrode. The carbon paste mixture was prepared by thoroughly mixing of 0.08 g powder of graphite with 0.02 g of paraffin wax. Paraffin wax was heated till melting before mixing with the graphite powder. Mixture was packed into a 5 mm diameter insulin syringe of which piston is connected with copper wire for electrical contact. The working surface of the carbon paste electrode was smoothed on a filter paper and sonicated by 5 minute in ultrasonic bath to remove the graphite residue, before each experiment the electrode rinsed with distilled water. The working electrode performance was further improved by the electrochemical deposition of AgNPs in 0.5 mM silver nitrate solution with 0.1 M $NaNO_3$.

2.4 Synthesis of silver nanoparticle

Electrodeposition is a powerful method for the preparation of nanostructured materials[15,16] Silver nanoparticles were synthesized by modified method in reference[17]. The electrodeposition of silver nanoparticles on carbon paste electrodes was performed in a glass cell of 10 ml volume using a standard, three-electrode equipment. Potentiostatic single-pulse technique was used for electrodeposition of silver on carbon paste electrode. The electrolyte is a 0.5mM $AgNO_3$ solution with 0.1M $NaNO_3$ as supporting electrolyte. The pulse parameters are as follows: −0.9 V vs Ag wire for 50 ms, the electrodepostion conducted without stirring. AgNPs modified CP electrode was rinsed with distilled water prior to using in measurements.

3 Results and Discussion

3.1. Characterization of Carbon Paste Electrode modified with AgNPs

The silver nanoparticles were obtained by the potentiostatic electrodeposition method. A sufficiently negative voltage (900 mV vs Ag/AgCl) is used to the electrode which will cause the reduction of metal ions to metal atoms. These metal atoms then clustered to form nanoscopic metal particles on the CP electrode surface. According to this method, the formation of silver nanostructures could be readily realized on the electrical conducting surfaces[18]. The deposition time was varied from 50 ms to 300 ms, the 50 ms deposition time indicate a good result. In order to assert the presence of AgNPs on the surface of CPE, a cyclic voltammetry was performed in 0,1M HNO_3 solution. Scanning range varied from 0 to 0.6 V vs Ag/AgCl. Scanning started from 0 V to more positive direction with 100mV/s scan rate. The cyclic voltammagrams of AgNPs modified CPE and bare CPE are illustrated in Figure 1. At AgNPs/CPE in 0,5V range a pick appeared, this peak supposed an AgNPs stripping peak. In reverse scan a 0,35 V peak corresponds to Ag^+ reduction peak. For comparative studies cyclic voltammetry was conducted with bare CPE, there is no analytical signal was observed. These observations have exhibited the presence of AgNPs.

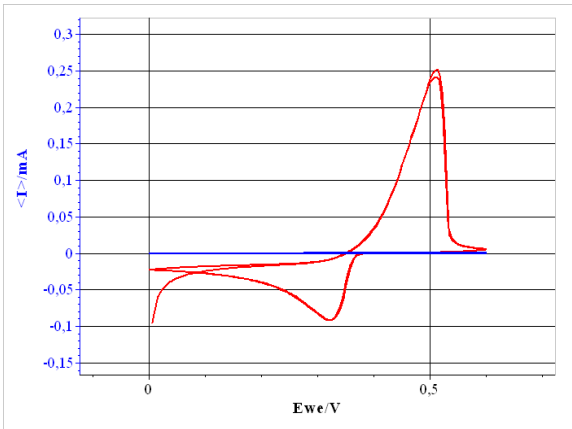


Figure 1. Cyclic voltammogram of CPE in 0,1 M HNO_3, scan rate 100 mVs^{-1}, bare CPE (blue line), CPE modified with AgNPs (red line)

Figure 2 illustrates the SEM image of AgNPs/CPE surface. The nanoparticles obtained by double-pulse method had a wide distribution of sizes, when using a single pulse method, the particles deposited more evenly[19]. According to the figure 2 fewer large particles of Ag are present on the surface and the Ag nanoparticles show a spherical shape, having sizes in the range 20 - 100 nm.

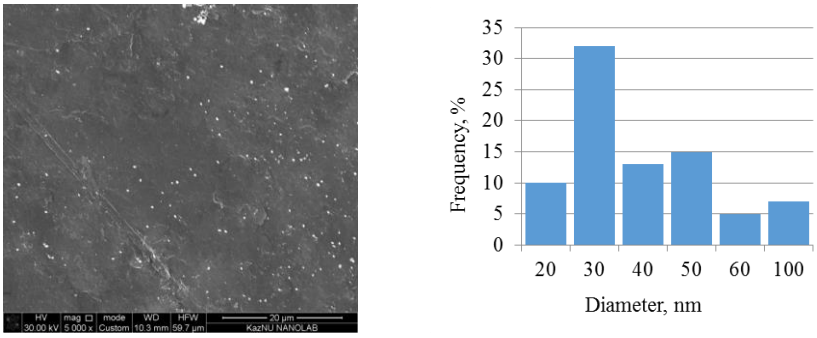


Figure 2. SEM image and particle size distribution histogram for silver particles electrochemical deposited on CPE, t_{dep}=50 ms, E_{dep}= -0,9 V vs Ag/AgCl

Ferro/ferrocyanide redox couple is often used for the evaluation of electrochemical properties of electrode materials[20]. In our work potassium ferricyanide was used to study electrochemical properties of AgNPs/CPE. As shown in Figure 3 a higher current peak in comparison with the bare CPE was appeared at AgNPs/CPE. It demonstrates that deposited AgNPs improved the electrochemical properties of CPE.

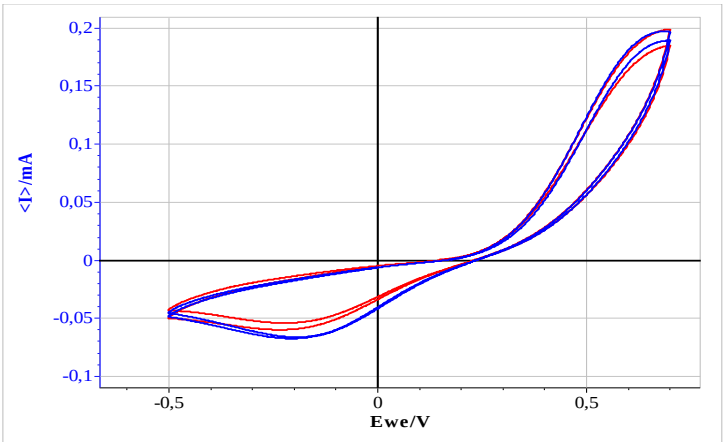


Figure 3. Cyclic voltammetry of 1 mM potassium ferro/ferricyanide (pH 4,5), scan rate 50 mVs^{-1} CPE (red line), CPE modified with AgNPs (blue line)

3.2 Electrochemical detection of Pb^{2+} by SWV

Electrochemical detection of Pb^{2+} ions were performed by anodic stripping square wave voltammetry method. The square wave voltammetry technique has two steps: the first is called as a preconcentration, which involves holding the potential at a sufficiently negative value for a set length of time. The second step is the sweeping of the potential from −1 to 0 V vs Ag/AgCl, which results in the electrochemical oxidation of Pb^0 to Pb^{2+} at the CPE surface, allowing the detection of the Pb concentration in the solution by stripping signals.

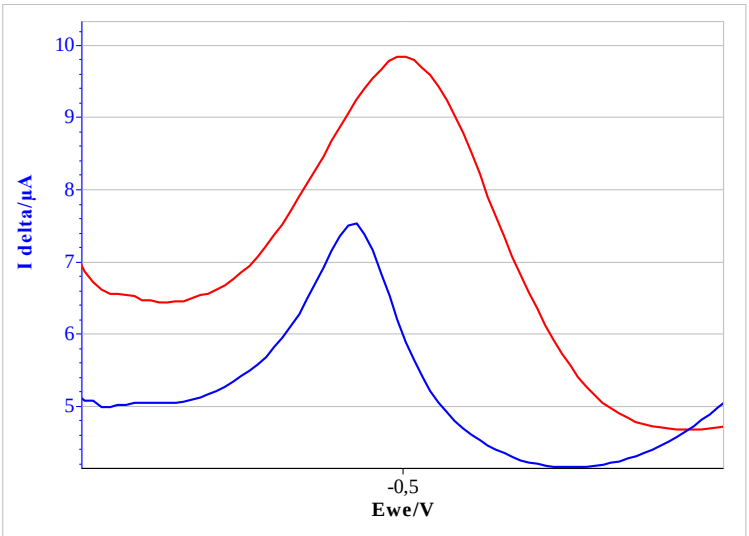


Figure 4. Anodic stripping SWV of 2 ppm Pb (II) by CPE in 0,1 M acetate buffer solution, in the potential range from -1 to 0 V (Ag/AgCl) at a scan rate of 100 mVs^{-1} by using bare electrode CPE (blue line), CPE modified with AgNPs (red line)

In order to study the influence of AgNPs on Pb determination, the SWV was conducted with and without AgNPs on CPE. Figure 4 demonstrates a comparison of SWV results of the bare CPE to the AgNPs/CPE, in the same concentration of Pb (II) (10^{-8} M). The peak area and the potential of current peak are the equal at approximately -0,55 V vs Ag/AgCl for both electrodes, but the magnitude of peak current is 1,5 times larger for the AgNPs/CPE. This demonstrates that the AgNPs/CPE is more sensitive to the Pb (II) reduction than bare CPE.

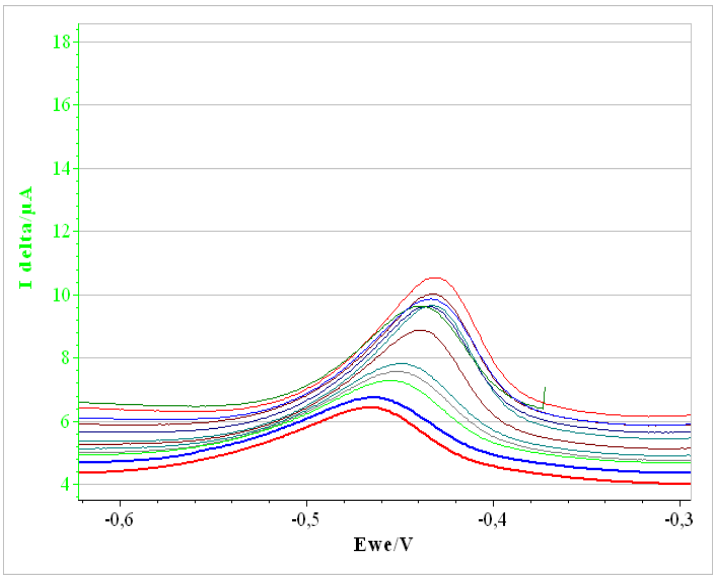


Figure 5. Anodic stripping SWV for increasing levels of Pb (II) in 10^{-8} $molL^{-1}$ by CPE in 0,1 M acetate buffer (pH= 4,5), in the potential range from -1- 0 V (vs. Ag/AgCl) at a scan rate of 100 mVs^{-1}

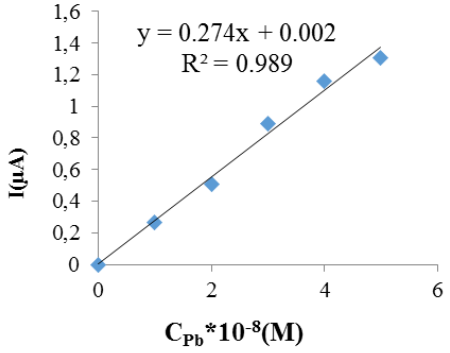


Figure 6. Calibration curve for Pb (II) at a bare CP electrode

Figure 5 and figure demonstrates the SWV results of a bare CP electrode in 10^{-8} $molL^{-1}$ Pb (II) solution. It is shown that by increasing added Pb the stripping is increased gradually. Also, figure 6 demonstrates the calibration curve for Pb(II) at a bare CP electrode.

By comparing the sensitivity of AgNPs/CPE and a bare CPE to the Pb (II) reduction reaction, Pb(II) calibration curves AgNPs/CPE electrode were obtained. The SWV and calibration curve are demonstrated on figure 7 and 8, respectively.

According to calibration curves that were demonstrated in figure 6 and figure 8 the linear regression equation was drawn for both electrodes. As calculation show, I_{pc} = -0,384μA with a correlation coefficient of 0.993 for AgNPs/CPE is 1.5 time higher than CPE, which is indicate I_{pc} = -0,274 μA. Limit of detection for AgNPs/CPE was also 1.5 time higher than CPE. The calculated results were 8,03x10^{-8} and 11,9x10^{-8} mol/L for AgNPs/CPE and CPE.

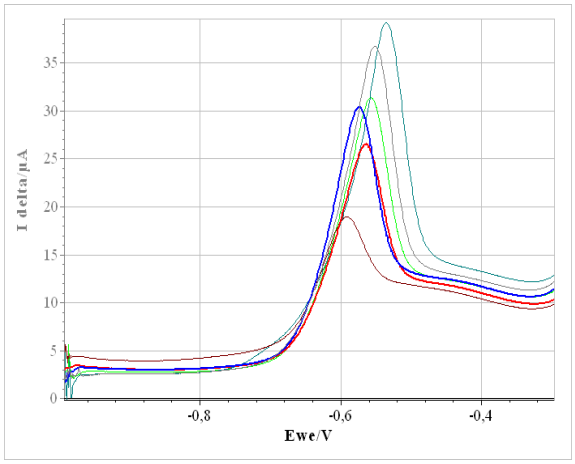


Figure 6. Anodic stripping square wave voltammograms for increasing levels of Pb (II) in 10^{-7} $molL^{-1}$ by AgNPs/CPE in 0,1 M acetate buffer (pH= 4,5), in the potential range from -1 to 0 V (vs. Ag/AgCl) at a scan rate of 100 mVs^{-1}

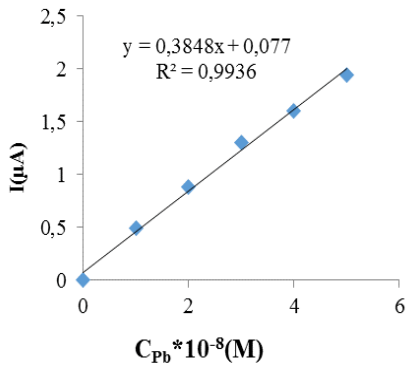


Figure 7. Calibration curve for Pb(II) at a AgNPs/CPE

The reproducibility of AgNPs/CPE was calculated by performing 7 measurements of same standard solutions (10^{-8} molL^{-1}) of Pb (II). Relative standard deviation (RSD %) was 4,5% for Pb(II).

3.3 Real samples

To evaluate the reliability of the method for the detection of Pb(II) in real samples, was used tap water for preparation of solutions. The detection of Pb(II) in the samples was performed by AgNPs/CPE using standard addition method. The Pb (II) was diluted 6,0 times with tap water solution. Then these solutions were analyzed with SWV. The data given in Table 1 demonstrate satisfactory results. The proposed method could be effectively used for detection of Pb(II) and other metals in sample analysis.

Table 1. **Determination of Pb (II) in tap water using AgNPs/CPE**

Sample	Added (ppb)	Found (ppb)	Recovery (%)
1	10	9,13	92%

Conclusion

In this work, solid carbon paste electrode was prepared and modified with AgNPs by electrochemical method, were microscopically and electrochemically characterized and considered for application to the determination of Pb(II).

The carbon paste electrode (CPE) modified with silver nanoparticles (AgNPs) demonstrates high sensitivity in the detection of lead (II) by using anodic stripping square wave voltammetry. For AgNPs modified CPE detection limit of lead was $8{,}03\times10^{-8}$ mol/L.

REFERENCES

[1] Huang Z. et al. Adsorption of lead (II) ions from aqueous solution on low-temperature exfoliated graphene nanosheets // Langmuir. 2011. № Ii. P. 7558–7562.

[2] Fauziah S. et al. Adsorption of Lead (II) Ions in Aqueous Solution Using Selected Agro-Waste // ARPN J. Eng. Appl. Sci. 2015. Vol. 10, № 1. P. 297–300.

[3] Miranda A. et al. World ' s largest Science , Technology & Medicine Open Access book publisher Solid Waste in Agricultural Soils : An Approach Based on Environmental Principles , Human Health , and Food // Solid waste managment in rural areas. 2017. P. 8–102.

[4] Ge Y., Song Q., Li Z. A Mannich base biosorbent derived from alkaline lignin for lead removal from aqueous solution // J. Ind. Eng. Chem. The Korean Society of Industrial and Engineering Chemistry, 2015. Vol. 23. P. 228–234.

[5] Chai F. et al. Colorimetric Detection of Pb^{2+} Using Glutathione Functionalized Gold Nanoparticles // ACS Appl. Mater. Interfaces. 2010. Vol. 2, № 5. P. 1466–1470.

[6] Bi J. et al. Near-infrared fluorescent probe for sensitive detection of Pb(II) ions in living cells // Inorganica Chim. Acta. 2017. Vol. 468, № Ii. P. 140–145.

[7] Wang S. et al. Determination of V, Cr, Cu, As, and Pb ions in water and biological samples by combining ICP-MS with online preconcentration using impregnated resin // J. AOAC Int. 2015. Vol. 98, № 1. P. 218–224.

[8] Cheraghi S., Taher M.A., Fazelirad H. Voltammetric sensing of thallium at a carbon paste electrode modified with a crown ether // Microchim. Acta. 2013. Vol. 180, № 11–12. P. 1157–1163.

[9] Okamoto Y., Gorton L. Amperometric peroxide sensor based on horseradish peroxidase and toluidine blue O -acrylamide polymer in carbon paste // Anal. Chim. Acta. 1998. Vol. 373. P. 241–251.

[10] Abbaspour a, Moosavi S.M.M. Chemically modified carbon paste electrode for determination of copper(II) by potentiometric method. // Talanta. 2002. Vol. 56, № 1. P. 91–96.

[11] Manjunatha J.G. et al. Simultaneous voltammetric measurement of ascorbic acid and dopamine at poly (vanillin) modified carbon paste electrode: A cyclic voltammetric study // Der Pharma Chem. 2012. Vol. 4, № 6. P. 2489–2497.

[12] Mersal G.A.M. Experimental and Computational Studies on the Electrochemical Oxidation of Caffeine at Pseudo Carbon Paste Electrode and Its Voltammetric Determination in Different Real Samples // Food Anal. Methods. 2012. Vol. 5, № 3. P. 520–529.

[13] Gligor D., Maicaneanu A., Walcarius A. Iron-enriched natural zeolite modified carbon paste electrode for H2O2detection // Electrochim. Acta. Elsevier Ltd, 2010. Vol. 55, № 12. P. 4050–4056.

[14] He J.B. et al. Voltammetry and spectroelectrochemistry of solid indigo dispersed in carbon paste // Electrochim. Acta. Elsevier Ltd, 2010. Vol. 55, № 17. P. 4845–4850.

[15] Plieth W. et al. Electrochemical preparation of silver and gold nanoparticles: Characterization by confocal and surface enhanced Raman microscopy // Surf. Sci. 2006. Vol. 8, № 1–3. P. 1197–1203.

[16] Wu S. et al. Electrodeposition of silver-DNA hybrid nanoparticles for electrochemical sensing of hydrogen peroxide and glucose // Electrochem. commun. 2006. Vol. 8, № 8. P. 1197–1203.

[17] Ueda M. et al. Double-pulse technique as an electrochemical tool for controlling the preparation of metallic nanoparticles // Electrochim. Acta. 2002. Vol. 48, № 4. P. 377–386.

[18] Shang L. et al. Electrochemical Preparation of Silver Nanostructure on the Planar Surface for Application

in Metal-Enhanced Fluorescence Electrochemical Preparation of Silver Nanostructure on the Planar Surface for Application in Metal-Enhanced Fluorescence. 2007. P. 10780–10784.

[19] Fox C.M. Electrochemical Synthesis of Silver Nanoparticles for Applications in Nitrate Detection , Catalysis and Antibacterial Activity. Maynooth university, 2014. 281 p.

[20] Ju H. et al. Electrochemistry of Cytochrome c Immobilized on Colloidal Gold Modified Carbon Paste Electrodes and Its Electrocatalytic Activity // Electroanalysis. 2002. Vol. 14, № 2. P. 141–147.

Далбанбай А., Кемал Б.Ғ., Дәулетбай А., Наурызбаев М.К.

Судағы Pb (II)-ын квадрат толқындық вольтамперометрия әдісімен анодтық еріту арқылы күмістің нанобөлшектерімен модифицирленген көміртек пасталық электродта анықтау

Түйіндеме. Қорғасынды (II) анықтау аналитикалық химияда маңызды мәселелердің бірі болып табылады. Қорғасын металымен улану адам өмірі үшін қауіп тудырады. Бұл мақалада Pb (II) анықтау әдісі келтірілген. Көміртек пасталы электродты модифицирлеуде үшін электротұндырылған күмістің нанобөлшектері пайдаланылды. Моддифицирленген электрод ағын суының құрамындағы Pb (II) анықтау кезінде жоғары сезімталдықты көрсетті.

Кілт сөздер: күміс нанобөлшектері, Pb^{2+}анықтау, көміртек пасталы электрод, электртұндыру

Далбанбай А., Кемал Б.Г., Даулетбай А., Наурызбаев М.К.

Определение Pb (II) на угольно − пастовом электроде, модифицированном электрохимическим осаждением серебряными наночастицами

Резюме.Определение свинца (II) является важной проблемой в аналитической химии. Потому что отравление свинцом вызывает серьезную болезнь для жизни человека. Эта статья демонстрирует метод обнаружения Pb (II) в воде. Для модификации CPE использовались AgNPs. Модифицированный электрод показал высокую чувствительность при определении содержания свинца (II) в водопроводной воде.

Ключевые слова: наночастицы серебра, Pb^{2+} определение, угольно− пастовый электрод, электроосаждение

УДК 662.765

M.R. Shautenov, V.V. Peregudov, A.N. Aitulova, N.A. Imangaliyev
(Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan.
TOO "KRIC-NTK" (Stepnogorsk, Akmola region)
E-mail: shautenov_m@mail.ru , pereval1946@mail.ru , asselaitulova@gmail.com,
boevoe_sambo2015@mail.ru)

RESEARCH ON THE RECOVERY OF USEFUL COMPONENTS FROM ASH AND SLAG WASTES

Abstract: At present, when the reserves of ore minerals exhaust, the man-made materials are required to be processed, say the ash combustion of the Ekibastuz coal. Every year, from 25 to 38 million tons is generated as a result of coal combustion and the ash accumulation consistent with the natural processes. Processing of these man-made materials and acquisition of valuable components out of them contributes to eliminate the high technogenic pressure of mining processing facilities of industrial districts on the ecologically vulnerable natural systems and local population. By the way, the technogenic technology is being developed in a modern technology.

Key words: ash and slag, wastes, technogenic raw material, ash dump, gravity concentration, free gold, spheromagnetite.

М.Р. Шаутенов, В.В. Перегудов, А.Н. Айтулова, Н.А. Иманғалиев
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Алматы, Казахстан. ТОО «КРИЦ – НТК» (г. Степногорск, Акмолинская обл.)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ИЗВЛЕЧЕНИЮ ПОЛЕЗНЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ

Аннотация: В настоящее время, с истощением запасов рудного минерального сырья, появляется необходимость переработки техногенного сырья, например, золы сжигания Экибастузских углей. Каждый год при сжигании углей образуется от 25 до 38 млн. т золы и по своим масштабам накопление золы сопоставимо с природными процессами. Переработка данного вида техногенного сырья наряду с получением из них полезных компонентов, дает возможность

снизить высокие техногенные нагрузки добывающих перерабатывающих предприятий промышленных зон, на экологически уязвимые природные системы и проживающие в них население. Использование таких отходов в хозяйственных целях ограничено, в том числе и в связи с их токсичностью. Золоотвалы постоянно пылят, подвижные формы элементов золы активно вымываются осадками, загрязняя воздух, воды и почвы. Сжигаемые угли, являясь природными сорбентами, содержат примеси многих ценных полезных элементов, включая редкие земли и драгметаллы. При сжигании их содержание в золе возрастает в несколько раз и может представлять промышленный интерес. Известно более сотни технологий переработки и использования золошлаковых отходов, которые в основном посвящены использованию золы в строительстве и производстве строительных материалов, не затрагивая при этом извлечения из них как токсичных и вредных, так и полезных и ценных компонентов. Поэтому проведение исследований по разработке технологии переработки данного вида техногенного сырья является актуальной.

Рассмотрена возможность переработки золошлаковых отходов Степногорской ТЭЦ работающих на углях Экибастузского месторождения с получением полезных компонентов в виде свободного самородного золота и железосодержащих продуктов на основе гравитационных методов обогащения. Проведенными лабораторными исследованиями изучен химический состав техногенного сырья и распределение золота в золошлаковых отходах. Выполненные лабораторные испытания по гравитационному обогащению материала класса крупности -2+0 мм показали принципиальную возможность извлечения золота (~45%) в гравитационный концентрат и железосодержащего продукта. Главная масса железа (сферожелезо) сосредоточена в классах -0,1+0,044 мм, выход магнитного продукта колеблется от 44,57 до 50,8%. Содержание общего железа в данном продукте составило 47%.

Ключевые слова: золошлак, отходы, техногенное сырье, золоотвал, гравитационное обогащение, свободное золото, сферомагнетит.

Открытие крупнейшего месторождения энергетических углей в Экибастузе привело к строительству многих тепловых электростанций (ТЭЦ), работающих на данном сырье. Гигантские угольные разрезы и дешевый карьерный способ добычи, постоянный спрос на уголь, несмотря на его высокую зольность (31-43%), привел к росту добычи угля. Общие запасы углей Экибастузского бассейна оцениваются в 1130 млн.т [1], что гарантирует обеспеченность сырьем на сотни лет.

В то же время с годами вокруг ТЭЦ растут золоотвалы и связанные с ними экологические проблемы. Каждый год при сжигании углей образуется от 25 до 38 млн. т золы и по своим масштабам накопление золы сопоставимо с природными процессами. Такими же темпами должна происходить утилизация, а накопленные золоотвалы могут быть резервом для добычи полезных ископаемых [2-7]. Вместе с тем золошлаковые материалы по химическому и минералогическому составу во многом идентичны природному минеральному сырью. Переработка данного вида техногенного сырья наряду с получением из них полезных компонентов, дает возможность снизить высокие техногенные нагрузки добывающих и перерабатывающих предприятий промышленных зон, на экологически уязвимые природные системы и проживающие в них население [8-12]. Поэтому проведение исследований по разработке технологий переработки данного вида техногенного сырья является актуальной.

Зола Экибастузских углей представляет интерес для многих специалистов, например, для геологов и обогатителей, занимающихся золотом. При этом хотелось бы обратить внимание, что современные золоотвалы – это грандиозные техногенные образования с крайне неравномерным распределением золота [3].

По литературным данным [1] химический состав золы углей повсеместно выдержан и характеризуется высокими содержаниями тугоплавких компонентов SiO_2 и Al_2O_3 (в сумме 81-91%), в небольшом количестве присутствует Fe_2O_3 + CaO (5-12%). По данным указанного автора, зола тугоплавкая и неплавкая, температура плавления 1400°-1600°С.

Первые сведения о золотоносности золошлаковых отходов Экибастузских углей и их промышленной добычи на Рефтинской ТЭС (Россия) приводятся в работе Леонова С.Б. и др. [6]. Опубликованы также сенсационные данные о находках промышленных концентраций золота в золошлаковых отходах ТЭЦ г. Хабаровска с резким преобладанием самородного металла [6]. Во всяком случае, в последние годы намечается тенденция от чисто научных академических исследований к практическому использованию результатов.

Экспериментальная часть и обсуждение полученных результатов.

Методы исследований: минералогический, химический и рентгенофазовый анализ с использованием рентгеновского дифрактометра D8 ADVANCE, электронно-зондового анализатора Superprobe JCXA-733, рентгенофлуренцентного спектрометра с волновой дисперсией Venus 200 PANalytical B.V.

Объектом наших исследований являются золошлаковые отвалы Степногорской (Акмолинская

область) ТЭЦ, работающей на Экибастузских углях. Среди полезных компонентов данного техногенного сырья главными являются золото и железо (рудные) и различные микросферы кварца, кремнийорганических соединений.

Химический состав золы (%): SiO_2 – 57,7; Al_2O_3 – 25,1; CaO – 3,65; MgO – 1,30; Fe_2O_3 – 5,89; $S_{общ}$ – 0,15. Содержание углерода органического в зависимости от размерности исходного материала колеблется от 0,232 до 6,65г/кг. Отмечается присутствие нефтеподобных продуктов от 0,175 до 3,30 г/кг. Среди элементов – примесей выявлены медь (20 г/т), свинец (30 г/т), цинк (20 г/т). Кристаллическая фаза состоит из муллита, кварца (стекло), остатков несгоревшего углистого материала.

По гранулометрическим параметрам золошлаковые отходы резко неоднородны. На карте золоотвала в околотрубном пространстве накапливаются шлаки гравийно-галечной размерности, далее песчанистой и в центре - алевритовой (рис. 1).

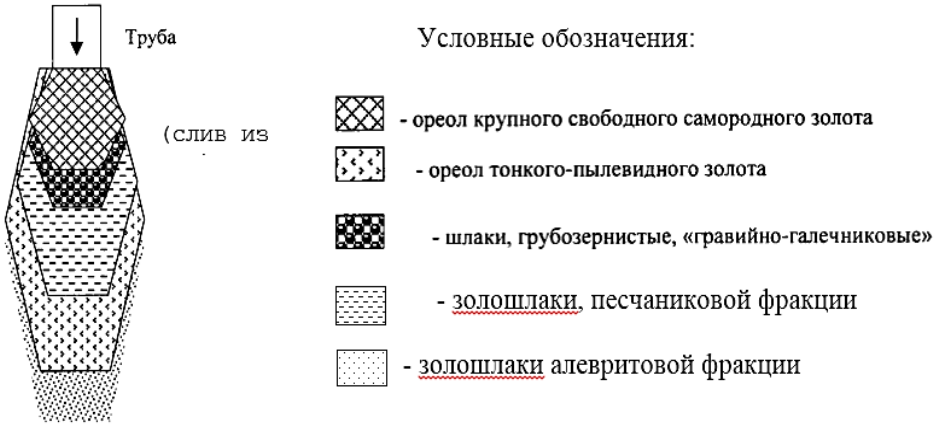


Рис. 1. Распределение свободного, самородного золота в околотрубном пространстве золоотвала Степногорской ТЭЦ.

В этом же направлении происходит увеличение содержания органического материала и уменьшение золота.

В результате проведенного нами опробования и обогащения материала проб на центробежных гидроконцентраторах казахстанской разработки [13,14,15] в 30 пробах (весом 20-40 кг каждая) в классе крупности минус 2 мм золы установлено наличие свободного самородного золота от единичных до первых сотен зерен. Средний размер золотин (253 замера) составляет 71х42х30 мкм. Принципиально гранулометрическая характеристика золотин ничем не отличается для лежалых, древних и текущих золоотвалов. По морфологическим признакам выделяются золотины изометрической, шаровидной и неправильной комковидной формы, присутствующие примерно в равных соотношениях. Цвет золота от ярко-желтого, желтого с бронзовым оттенком до желтовато-зеленовато-серого. Совместно со свободным самородным золотом в концентратах присутствуют сферомагнетит (от 56 мкм и более...), сферы кварца, железо, белый самородный металл возможно (Pt, Pd), гипс, арсенопирит, пирит, халькопирит.

Распределение золота на карте золоотвала крайне неравномерно, большая его часть концентрируется на сливах труб (Т:Ж=1:17) и по руслам ручьев и водотоков, подчиняется тем же закономерностям, что и для крупного свободного самородного золота россыпей (изгибы ручьев, повороты, перегибы поверхности, лжеплотики и т.п.). В плане ореол крупного золота «вложен» в ореоле тонкого-пылевидного (рис. 1). Следует еще раз подчеркнуть, что совместно со свободным самородным золотом установлено большое количество сферомагнетита, но прямой количественной связи между ним и золотом не наблюдается. Просматривается связь между гранулометрическим составом золы, чем крупнее, тем больше свободного самородного золота. Объем песчано-гравийного материала составляет 20-30% от его общего количества в золоотвале. По данным пробирного анализа, среднее содержание золота в классе крупности +2 мм составляет 1,3 г/т, в тонких классах (минус 2 мм) -0,75г/т. Валовое содержание золота -0,8 г/т. Эти данные получены при проведении технологических экспериментов на крупнообъемных пробах весом 300-500 кг. Контрольные испытания с использованием в голове процесса вибровинтового сепаратора с

контрольным обогащение хвостов на виброцентробежных чашевых аппаратах на материале естественной крупности позволяет получать довольно высокие показатели извлечения золота (~45%) от класса крупности минус 2+0 мм (табл. 1). Показательно, что более третьей части железа извлекается попутно.

Таблица 1. **Результаты контрольного обогащения золотосодержащих золошлаковых образований естественной крупности на вибровинтовом сепараторе и центробежных аппаратах**

Продукты обогащения	Выход, %	Содержание		Извлечение	
		золота, г/т	железа, %	золота	железа
+2 мм	11,11	0,25	10,38	11,23	6,47
-2+0 мм Концентрат вибровинтового сепаратора	14,53	0,77	38,77	41,20	31,68
Концентрат виброцентробежных чашевых аппаратов	0,94	1,11	16,64	3,75	0,90
Хвосты	73,42	0,16	14,76	43,82	60,94
Исходная проба	100	0,27	17,77	100	100

Выполненные лабораторные испытания по гравитационному обогащению материала класса крупности минус 2+0 мм показали принципиальную возможность извлечения золота (~45%) в гравиоконцентрат. По опыту работ, доизмельчение материала позволит повысить извлечение не менее чем на 30-40 %.

Таким образом, проведенные исследования с использованием современных винтовых сепараторов и виброцентробежных аппаратов позволили получить следующие данные:

– в золошлаковых отходах ТЭЦ присутствует самородное золото, в том числе свободное самородное, распределение которого подчиняется законам россыпеобразования;

– свободное самородное золото поддается обогащению на современных казахстанской разработки гравитационных аппаратах, но для эффективной работы оборудования необходимо предварительное доизмельчение материала;

– валовые содержания золота в отдельных частных и крупнообъемных пробах из песчано-гравийной части золоотвала колеблются от 0,27 до 1,5 г/т и выше, в среднем составляют 0,8 г/т (данные пробирных анализов);

– судя по морфологии зерен свободного самородного золота в золошлаковых образованиях отчетливо выделяются аутигенной (шаровидные), кластогенной (окатанные комковидные и пластинчатые) и «сульфидной» (комковидные с отростками неправильной формы) золотины. Золото весьма высокопробное с незначительной примесью серебра (4-5 %).

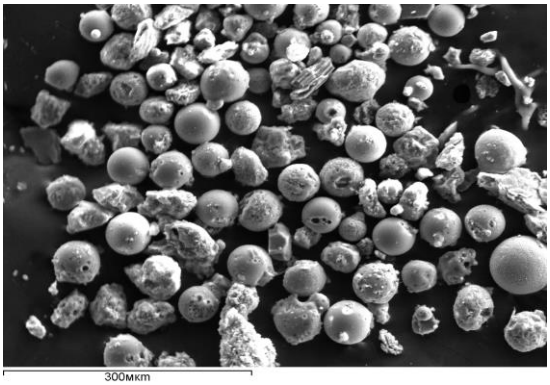


Рис. 2. Сферожелезо

Главная масса железа (сферожелезо) (рис. 2) сосредоточена в классах -0,1+0,044 мм, выход магнитного продукта колеблется от 44,57 до 50,8%, качество продукта 44-47% железа общего. Состав железосодержащих микросфер приводится в таблице 2.

Таблица 2. **Химический состав микросфер железа по данным электронно - зондового микроанализатора Superprobe 733**

Элементы, вес.%	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	K	Ca	Ti	Mn	Fe	Итог
Анализ 1	28,92		3,80	2,36	3,78	0,16	0,11	0,02	1,02	0,09	1,67	58,06	100,00
Анализ 2	42,61	0,18	2,50	5,90	13,56	0,42		0,08	14,79	0,17	0,42	19,39	100,00
Анализ 3	28,25		1,04	1,87	3,16	0,19		0,00	3,07	0,10	0,88	58,45	100,00
Анализ 4	34,46	0,29	1,33	1,64	2,32	0,25			0,88	0,08	1,41	57,34	100,00
Анализ 5	29,09	0,17	0,65	3,99	5,97	0,13	0,12		2,99	0,24	0,82	55,85	100,00
Анализ 6	42,82	0,48	0,45	6,81	22,98	0,48	0,56	0,39	1,19	0,35	1,05	22,44	100,00
Макс.	42,82	0,48	3,80	6,81	22,98	0,48	0,56	0,39	14,79	0,35	1,67	58,45	
Мин.	28,25	0,17	0,45	1,64	2,32	0,13	0,11	0,00	0,88	0,08	0,42	19,39	

Четко выделяется по составу два типа магнитных железосодержащих микросфер, разделение которых позволит получать высококачественный легированный магнитный порошок (концентрат). Решение этой задачи повысит коммерческую привлекательность и экономическую значимость проведенных исследований.

В связи с получением чистого продукта в виде микросфер железа представляется целесообразным испытать его в порошковой металлургии.

В проведенных нами исследованиях, рассмотрено только самородное золото, в частности свободное, и допуская, что некоторая часть золота, находящегося в углях, теряется при его сгорании, особенно в золотоорганических соединениях, все-таки большая его часть остается в технологической системе. При переработке многих тысяч тонн в непрерывном режиме работы ТЭЦ можно пренебречь также потерями свободного самородного золота, которая неизбежно возникает в пульпопроводах при удалении золошлакового материала в золоотвалы, часть его остается в зумпфах песковых насосов, в дренажных ямах, футеровках шаровых мельниц и колосниках печей, электрофильтрах и т.д. Если на начальном этапе это имеет существенное значение, то с годами работы оборудования создаются плотные искусственные «постели», не позволяющие осаждаться свободному золоту.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бекман В.М. Месторождения углей. // Геология СССР Т.XX, Центральный Казахстан. Полезные ископаемые. М.: Недра, 1989. С.135-196

[2] Перегудов В.В. Методика поисков месторождений золота в корах выветривания и россыпей в осадочных отложениях по тонкому пылевидному золоту // Природные и техногенные россыпи и месторождения кор выветривания на рубеже тысячелетий. Москва, 2000. С. 281.

[3] Перегудов В.В. Золото в золе Экибастузских углей и рекомендации для геологоразведочных и технологических исследований. //Материалы семинара совещания «Проблемы совершенствования технологий на обогатительных предприятиях Казахстана – наука и практика. Нац. центр по комплексной переработке мин.сырья РК». Алматы, 2002. с.281.

[4] Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Золото в углях // Литогенез и геохимия осадочных формаций Тимано-Уральского региона (Тр.Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН; Вып. 116). −2004. −No 5. −С. 80−109.

[5] Арбузов С.И., Маслов С.Г., Рихванов Л.П., Судыко А.Ф. Формы концентрирования золота и угля. Геология и охрана недр. Алматы. №3, 2003, с. 15-20

[6] Леонов С.Б., Федотов К.В., Сенченко А.Е. Промышленная добыча золота из золошлаковых отвалов тепловых электростанций. Горный журнал. 1998, №5, с.67-68.

[7] Ватин Н. И., Петросов Д. В., Калачев А. И., Лахтинен П.Применение зол и золошлаковых отходов в строительстве// Инженерно-строительный журнал. — 2011. — № 4. —С. 16—21.

[8] Мальчик А. Г., Литовкин С. В. Изучение золошлаковых отходов для их использования в качестве вторичных ресурсов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2015. — № 9. — С. 23—27.

[9] Черенцова А.А., Майорова Л.П. К вопросу утилизации золошлаковых отходов ТЭЦ (на примере Хабаровской ТЭЦ-3) // Вестник ТОГУ. — 2013. — № 4 (31). — С. 101—106.

[10] Черепанов А. А. Использование золошлаковых отходов ТЭЦ // Электронный научный журнал [Электронный ресурс]. URL: http://vseonauke.com/361179288796400372/ (дата обращения 02.05.2018).

[11] А.А. Хлопицкий, Н.П. Макарченко Электронный журнал “Universum: технические науки” – 2013, №1

[12] Хамзин В.С., Байдалинов А.Т. О расширении сфер использования минерального сырья. //Геология и охрана недр. Алматы №2. 2003. С.63-65

[13] Инновационный патент №25645 от 29.04.2011г. Центробежный гидроконцентратор. Шаутенов М.Р., Байысбеков Ш., Перегудов В.В., Божко А.Н., Сажин Ю.Г., Акказина Н.Т.

[14] Инновационный патент №27749 от 25.11.2013г. Магнитный способ разделения убогих бедных золотосодержащих руд от пустых пород на стадии рудоподготовки. Шаутенов М.Р., Перегудов В.В., Байысбеков Ш., Данилов В.В.

[15] Инновационный патент №30418 от 23.09.2015г. Виброцентробежный чашевый аппарат периодического действия. Шаутенов М.Р., Перегудов В.В., Ожогин Г.А., Мотовилов И.Ю.

Шаутенов М.Р., Перегудов В.В., Айтулова А.Н., Иманғалиев Н.А.

Күлқождық қалдықтардан пайдалы компоненттерді бөліп алуды зерттеу

Түйіндеме: Степногорск жылу электрстанциясында (ЖЭС) Екібастұз кен орнындағы көмірді жағуда пайда болатын күлқождық қалдықтарды өңдеумен пайдалы компоненттерді (бос саф алтын және темір құрамды өнімдер) гравитациялық байыту негізінде бөліп алу мүмкіншілігі қарастырылды. Лабораториялық жағдайында гравитациялық байыту үдерісі негізінде күлқождық қалдықтың -2+0 мм ірілік класын өңдеумен алынған гравитациялық концентратқа 45% шамасындағы бос алтынды, сондай-ақ қосымша темір құрамды өнімдерді бөліп алуға болатыны дәлелденді.

Түйін сөздер: күлқож, экология, техногендік шикізат, күл үйіндісі, гравитациялық байыту, магниттік өңдеу, бос алтын, сферомагнетит, кварц.

Shautenov M.R., Peregudov V.V., Aitulova A.N., Imangaliyev N.A.

Research on the recovery of useful components from ash and slag wastes

Summary: An opportunity to process ash and slag after Ekibastuz coal combustion at the Stepnogorsk TPS with acquisition of valuable components (free gold and ferruginous products) on the basis of gravity concentration methods are considered. The laboratory tests by the gravity concentration method have proved to obtain up to 45% of free gold, as well as ferruginous products of grain size class -2 + 0 mm.

Key words: ash and slag, ecology, man-made raw materials, ash dumps, gravity concentration, magnetic treatment, free gold, spheromagnetite, quartz.

УДК 669-1

E.E. Zholdasbay, G.B. Nurlan, M.B. Kurmanseitov, K.G. Tleuliyev, N.K. Dosmukhamedov
(Non-Commercial Joint-Stock Company
«Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev»)

PROCESSING OF LOW-GRADE SULFIDE COPPER CONCENTRATES IN THE VANYUKOV FURNACE

Abstract. The paper shows the fracturing behavior of non-ferrous metals during processing of low-grade sulfide copper concentrates in the Vanyukov furnace. Based on the metallurgical calculations of the material and the heat balance of the Vanyukov furnace, optimal technological parameters of the process are established.

The distribution of copper, lead and zinc between the products of melting is calculated. It is shown that under optimal melting conditions, the high rates of non-ferrous metals extraction into the target products are achieved: up to 98% of copper in matte and up to 75% of zinc in slag.

Key words: low-grade copper concentrate, autogenous melting, material balance, heat balance, Vanyukov furnace.

Е.Е. Жолдасбай, Г.Б. Нурлан, М.Б.Курмансейтова, К.Г.Тлеулиев, Н.К.Досмухамедов
(«Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы, Алматы, Қазақстан. zhte@mail.ru)

САПАСЫ ТӨМЕН СУЛЬФИДТІ МЫС КОНЦЕНТРАТТАРЫН ВАНЮКОВ ПЕШІНДЕ ӨҢДЕУ

Аңдатпа. Сапасы төмен сульфидті мыс концентраттарын Ванюков пешінде өңдеу кезінде орын алатын түсті металдар тәртібінің ерекшеліктері көрсетілген. Ванюков пешінің материалдық және жылулық баланстарының металлургиялық есебі негізінде процестің оңтайлы технологиялық көрсеткіштері орнатылды.

Балқыту өнімдері арасында мыс, қорғасын және мырыштың таралуы есептелді. Балқыту жүргізудің оңтайлы шарттарында, түсті металдарды мақсатты өнімдерге бөліп алудың жоғары көрсеткіштеріне қол жеткізіледі: 98% дейін мыс – штейнге және 75% дейін мырыш – шлакқа.

Түйін сөздер: сапасы төмен мыс концентраты, автогенді балқыту, материалдық баланс, жылулық баланс, Ванюков пеші.

Кіріспе

Қазіргі уақытта сульфидті шикізатты өңдеуде, мыс өндірсінде кеңінен қолданылатын автогенді процестер үлкен қызығушылық тудырады [1-7].

Автогенді процестер, негізінен мөлшері бойынша мыс пен күкіртке бай сульфидті концентраттарды өңдеуге бағытталған. Қазақстанда негізгі мыс өндірушілері «Қазақмыс» Корпорациясы» ЖШС мен «Казцинк» ЖШС болып табылады. «Қазақмыс» Корпорациясы» ЖШС құрамына кіретін Балқаш мыс қорыту зауытында меншікті өнімділігі тәулігіне 2400 т шихта болатын Ванюков пешінің пайдаланылуымен қара мыс алады. «Казцинк» ЖШС-де сульфидті мыс концентратын Isasmelt пешінде балқытады, оның меншікті өнімділігі шихта бойынша төмен – 1600 т/тәул.

Мыс мөлшерінің азаюы мен ондағы қоспалардың жоғарылауы есебінен біріншілей бастапқы шикізат қоры мен сапасының төмендеуі, жаңа шикізат көздерін және сапасы төмен сульфидті шикізатты өңдеу тәсілдерін іздестіру қажеттілігіне әкеледі [7-13].

Қазіргі уақытта металлургиялық есептеулер негізінде балқыту өнімдері арасында түсті және ілеспелі металдар таралуының ерекшеліктерін зерттеумен, сапасы төмен мыс концентратын Ванюков пешінде өңдеу мүмкіндігін бағалау жүргізілді.

Зерттеулер әдістемесі.

Сапасы төмен мыс концентраттарын көмірмен бірге өңдеу мүмкіндігін бағалау, арнайы жасалған бағдарламаның пайдаланылуымен Ванюков пешінің материалдық және жылулық баланстарының есебі негізінде жүргізілді.

Металлургиялық есептеулерде Жезқазған кенорнының сульфидті мыс концентраты пайдаланылды, құрамы, %: 15,7 Cu; 2,1 Pb; 4,9 Zn;14,2 S; 33,9 Fe; 11,4 Fe_3O_4; 16,5 SiO_2; 1,3 басқалар.

Сапасы төмен мыс концентратын балқыту кезінде флюстің қолданылуы қарастырылмаған, себебі бастапқы концентратта кремнезем мөлшерінің жоғары болуы, оны темір тотығын байланыстыру мен шлак фазасын құруда негізгі реагент ретінде пайдалануға мүмкіндік береді.

Концентратты балқытудың екі нұсқасы қарастырылды – тотықтырғыш және тотықтыру-тотықсыздандыру атмосферасында: қосымша көміртегі құрамды отынның қосылуымен.

Таңдалған нұсқаларда негізгі көңіл, мыстың штейнге бөлінуін арттыруға және ілеспелі металдардың балқыту өнімдері арасында тепе-тең таралуына бөлінді.

Тотықтыру шарттарында автогенді балқытудың металлургиялық есептеулері жеткілікті егжей-тегжейлі зерттелгендіктен, берілген жұмыста қатты отынның – көмірдің пайдаланылуымен тотықтыру-тотықсыздандыру атмосферасының шарттарында процестің материалдық және жылулық баланстары мен балқыту өнімдері арасында металдардың таралу нәтижелері көрсетілген. Берілген тәсілдеменің таңдалуы бастапқы концентратта кездесетін магнетиттің көмірмен тотықсыздану мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

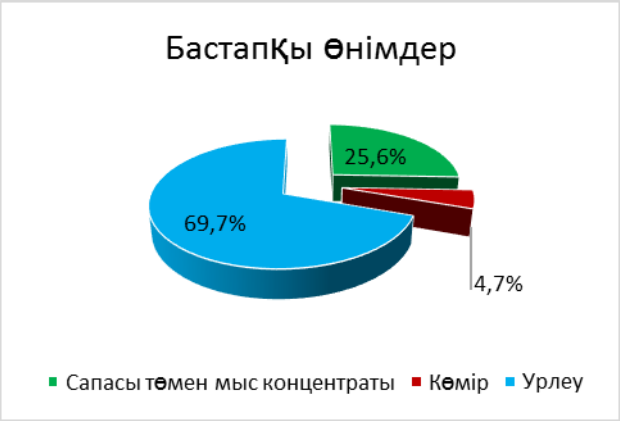
Отын мен тотықсыздандырғыш ретінде көміртегі мөлшері 40% болатын Қарағанды бассейнінің көмірі пайдаланылады.

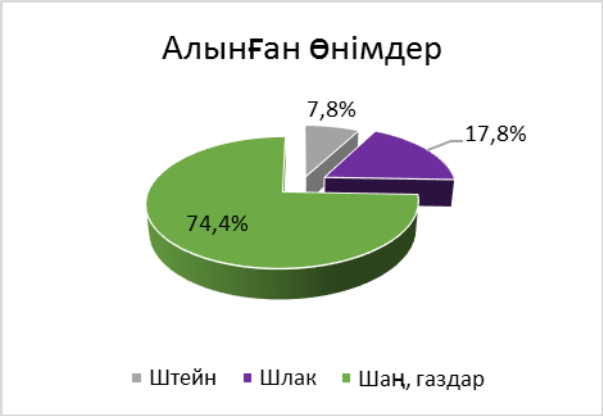
Балқыту температурасы 1573 К тең деп қабылданды.

Есептеулерде оттегімен байытылған үрлеу қолданылады.

Нәтижелер мен олардың талқылануы

Материалдық балансты есептеу құрылымы сапасы төмен сульфидті концентраттың оңтайлы құрамын, өздігінен балқитын шлак, штейн, шаң құрамын сатылап есептеу мен газ фазасының құрамын есептеуді қамтиды. Концентратта темір мен күкірт сульфидтерінің мөлшері минималды болғандықтан, жылу тапшылығы қажетті көмір мөлшерін қосу есебінен толтырылады. Пеш ағынының материалдық балансы 1 суретте көрсетілген.





Сурет 1. Ванюков пеші ағынының материалдық балансы

1 суретте көрініп тұрғандай, сапасы төмен мыс концентраттарын өңдеу кезінде штейн шығуы 7,8 % құрайды. Темір сульфидінің тотығу дәрежесінің оңтайлы деңгейінде, штейнде мыс мөлшері - 51,0 %. Штейнге мыс бөлінуі 98,9 % жетеді.

Алынатын балқыту өнімдерінің құрамы 1 кестеде келтірілген.

Кесте 1. **Балқыту өнімдерінің химиялық құрамы**

Өнімдер	Мөлшері, %							
	Cu	Pb	Fe	Zn	S	CaO	SiO_2	Басқалары
Штейн	51,0	0,3	20,2	0,9	24,3	-	-	3,0
Шлак	0,3	2,2	39,3	5,5	-	3,6	23,5	13,2
Шаң, газдар	0,7	1,5	1,3	2,2	15,1	0,5	1,1	1,2

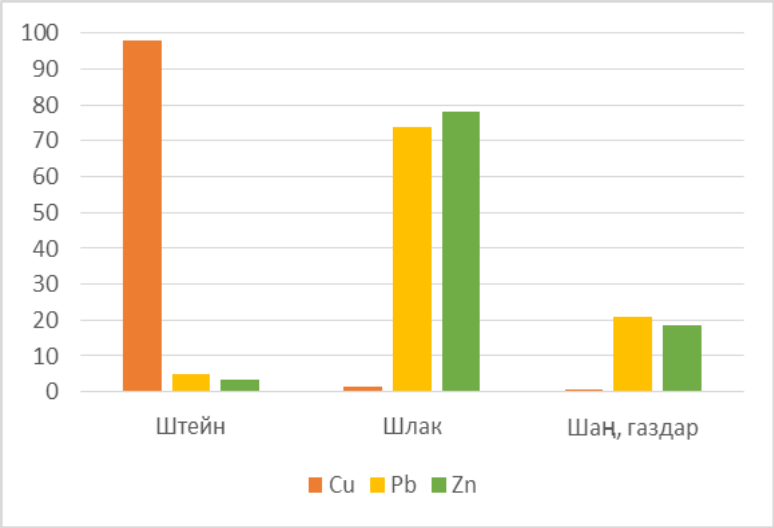
Материалдық баланс нәтижелерінің негізінде Ванюков пешінің жылулық балансының есебі жүргізілді, ол 2 кестеде келтірілген.

Кесте 2. **Пештің жылулық балансы**

Жылу келу			**Жылу шығу**		
Келетін жылу	кДж	%	Шығатын жылу	кДж	%
Концентраттың жылуы	1004,2	0,5	Штейннің жылуы	29948,21	16,5
Ауаның жылуы	12352,04	6,7	Шлактың жылуы	103498	57,2
Металдардың тотығуынан бөлінетін жылу	27495,17	15,0	Газдардың жылуы	47589,89	26,3
Көмірдің жануынан бөлінетін жылу	137159,2	74,7			
Шлак түзілунен бөлінетін жылу	5498,3	3,0	Үйлеспеушілік	2472,81	1,4
Барлығы:	**183508,9**	**100**	**Барлығы:**	**183508,9**	**100**

Темір сульфидінің тотығуынан түсетін 15,0% дейін жылу келуін байқауға болады, ал жоғары күкіртті сульфидті мыс концентратын дәстүрлі автогенді балқыту кезінде FeS тотығуынан түсетін жылу үлесі барлық келтірілген жылудың 75% құрайды. Бастапқы концентратта күкірттің жетіспеушілігінен түзілетін жылу тапшылығы, қосымша отын (көмір) мөлшерін тиеумен толтырылады. Жылулық баланстың тұйықталуына қол жеткізу үшін қажетті көмірдің есептік көлемі ~5% құрайды. Орнатылған технологиялық режим мен оңтайлы көрсеткіштер Ванюков пешінің тұрақты жұмысын толығымен қамтамасыз етеді.

Тәжірибелік тұрғыдан үлкен қызығушылықты балқыту өнімдері арасында түсті металдардың таралуы тудырады. Балқыту өнімдері арасында мыс, қорғасын мен мырыштың таралуы 2 суретте көрсетілген.



Сурет 2. Балқыту өнімдері арасында Cu, Pb, Zn таралуы

Балқыту кезінде мыстың штейнге ~98% дейінгі жоғары таралуы орнатылған, ал оның шлак пен шаңға өтуі өте төмен (сәйкесінше 1,3% және 0,7%). Штейнге мыстың жоғары бөлінуі алынатын штейннің жеткілікті жоғары сапасын қамтамасыз етеді.

Қорғасын мен мырыш негізінен шлакта, сәйкесінше ~74% және ~78, жиналады. Алынған шлак құрамында 6% дейін мырыш болады және оны танымал әдістермен, мысалы, фьюмингтеумен бөліп алу үшін ары қарай өңдеуге бағытталады.

Осылайша, ұсынылып отырған технологияның тәжірибеде жүзеге асырылуы, мыс бойынша бай әрі жоғары сапалы штейннің алынуымен, өңдеуге сапасы төмен мыс концентраттарының енгізілуін қамтамасыз етеді. Тотықсыздандырғыш ретінде көмірдің пайдаланылуы қымбат тұратын кокстың қолданылу қажеттілігін жояды. Көмірдің шағын ғана шығыны материалдық шығысқа қатты әсерін тигізбейді. Бұл кезде алынатын мыс бойынша бай штейндер, конвертерлеу процесіне қажетті материалдық шығындар мен мыстың шлакпен жоғалымын азайтады.

Қорытынды:

1. Құрамында кремнезем мен магнетиттің жоғары мөлшері болатын, мыс пен күкірт бойынша сапасы төмен мыс концентраттарын Ванюков пешінде өңдеудің принципиалды мүмкіндігі көрсетілді.
2. Ванюков пешінің материалдық және жылулық баланстарының металлургиялық есептеулері негізінде процестің оңтайлы технологиялық көрсеткіштері орнатылды. Жылулық балансты ұстап тұру және магнетитті тотықсыздандыру үшін қатты тотықсыздандырғыш – көмірдің пайдаланылуы ұсынылады, оның шығыны бастапқы шихта салмағының ~5% құрайды.
3. Балқыту өнімдері арасында мыс, қорғасын мен мырыштың таралуы есептелді. Балқыту жүргізудің оңтайлы шарттарында, түсті металдардың мақсатты өнімдерге бөлінуінің жоғары көрсеткіштеріне қол жеткізілетіндігі көрсетілді: штейнге - 98% дейін мыс және шлакқа - 75% дейін мырыш.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Плавка в жидкой ванне / А. В. Ванюков, В. П. Быстров, А. Д. Васкевич и др.; Под ред. А. В. Ванюкова; – М.: Металлургия, 1988. – 208 с.

[2] Романтеев Ю.П., Комков А.А., Федоров А.Н. и др. Расчеты в металлургии свинца, цинка и кадмия — Под ред. В.П. Быстрова. Учебное пособие. – М.: МИСиС, 2006. – 231 с.

[3] Schlesinger M.E., King M.J., Sole K.C., Davenport W.G. Extractive Metallurgy of Copper. – 2011. – 411 p.

[4] Разработка и совершенствование технологий производства цветных металлов с решением проблем охраны окружающей среды: Сб. научн. трудов. -Усть-Каменогорск: ВНИИЦВЕТМЕТ. – 2001.

[5] Софра Дж., Хьюз Р.А. Применение технологического процесса Ausmelt на плавильных предприятиях. Свинец-Цинк 2005, Киото, Япония, 17-19 октября, 2005.

[6] Yazawa A. Thermodynamic evaluation of extractive metallurgical processes // Met. Trans. –1979, 10B. – P.307-321.

[7] Ramachandran V., Diaz C., Eltringham T., Jiang C.Y., Lehner T., Mackey P.J., Newman C.J. and Tarasov A.V. Primary Copper Production - A Survey of Operating World Copper Smelters. Vol. IV: Pyrometallurgy of Copper Hermann Schwarze Symposium. The Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum, Montreal. Canada. – 2003.

[8] Hageluken C., "Recycling of electronic scrap at Umicore Precious Metals Refining", Acta Metallurgica Slovaca, – 2006. 12. – P. 111-120.

[9] Vanbellen F. and Chintinne M., "The Precious Art of Metals Recycling", Advanced Processing of Metals and Materials, F. Kongoli and R.G. Reddy, Eds., TMS, Warrendale, Pennsylvania, – 2006. Vol. 1. – P. 43-52.

[10] Matousek J. W. The oxidation mechanism in copper smelting and converting // JOM. – April 1998. – Volume 50, Issue 4. –P. 64–65.

[11] Lynch D.C., Akagi S., and Davenport W.G. Thermochemical Nature of Minor Elements in Coopper Smelting Mattes // Metallurgical Transactions. 1991. –Vol.22B. – P. 677-688.

[12] Chen Ch., Zhang L. and Jahanshahi Sh. Thermodynamic Modeling of Arsenic in Copper Smelting Processes. // Metallurgical and Materials Transactions. –2010. –Vol.41B. – P. 1175−1185.

[13] Chaubal P.C., Sohn H.Y., George D.B., and Bailey L.K. Mathematical Modeling of Minor-Element Behavior in Flash Smelting of Copper Concentrates and Flash Converting of Copper Mattes // Metallurgical Transactions. –1989. –Vol.20B. – P. 39-51

Жолдасбай Е.Е., Нурлан Г.Б., Курмансейтова М.Б., Тлеулиев К.Г., Досмухамедов Н.К.

Переработка низкосортных сульфидных медных концентратов в печи Ванюкова

Резюме. В работе показаны особенности поведения цветных металлов при переработке низкосортных сульфидных медных концентратов в печи Ванюкова. На основании металлургических расчетов материального и теплового баланса печи Ванюкова установлены оптимальные технологические параметры процесса.

Рассчитано распределение меди, свинца и цинка между продуктами плавки. Показано, что в условиях оптимального ведения плавки достигаются высокие показатели извлечения цветных металлов в целевые продукты: до 98% меди – в штейн и до 75% цинка – в шлак.

Ключевые слова: низкосортный медный концентрат, автогенная плавка, материальный баланс, тепловой баланс, печь Ванюкова.

Zholdasbay E.E., Nurlan G.B., Kurmanseitov M.B., Kuandik A.S., Dosmukhamedov N.K.

Processing of low-grade sulfide copper concentrates in the Vanyukov furnace

Summary. The paper shows the fracturing behavior of non-ferrous metals during processing of low-grade sulfide copper concentrates in the Vanyukov furnace. Based on the metallurgical calculations of the material and the heat balance of the Vanyukov furnace, optimal technological parameters of the process are established.

The distribution of copper, lead and zinc between the products of melting is calculated. It is shown that under optimal melting conditions, the high rates of non-ferrous metals extraction into the target products are achieved: up to 98% of copper in matte and up to 75% of zinc in slag.

Key words: low-grade copper concentrate, autogenous melting, material balance, heat balance, Vanyukov furnace.

УДК 669-1

Е.Е.Жолдасбай, Г.Б.Нурлан, М.Б.Курмансейтова, А.С.Куандык, Н.К.Досмухамедов
(«Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы, Алматы қ., Қазақстан. zhte@mail.ru)

ЕКІНШІЛЕЙ МЫС ҚҰРАМДЫ ҚАЛДЫҚТАРДЫ ӨҢДЕУ

Аңдатпа. Жұмыста Қазақстан кәсіпорындарында алынатын мыс құрамды бұйымдар өндірісінің қалдықтарын өңдеу бойынша металлургиялық есептеулер нәтижелері келтірілген. Айналмалы шарпыма пешінде екіншілей мыс құрамды шикізатты өңдеу кезінде түсті металдардың тәртібі көрсетілген және олардың балқыту өнімдері арасында таралуы орнатылған.

Кілт сөздер: мыс, екіншілей өнімдер, өңдеу, материалдық баланс, жылулық баланс.

Қазіргі уақытта біріншілей шикізат көлемінің төмендеуінен, екіншілей шикізат пен қалдықтардан мыс алудың кеңейтілген өндірісі туындады, соңғыларының қазіргі уақыттағы көлемі барлық екіншілей мыс шикізатының шамамен 60 % құрайды. Амортизациялық сынықтардың үлесі шамамен 40 % болып келеді [1-6].

Мыс пен оның қорытпаларынан алынатын өндірістік қалдықтардың құрылымында шамамен 2 % металлургиялық өндіріске келеді, қалғаны ~98 % металды механикалық өңдеу кезінде түзіледі, ол өзінің құрылымы бойынша: 50% дейін илем өндірісін, 29 % - құю мен 19 % – кабель бұйымдарының өндірісін құрайды.

Мыс пен оның қорытпаларының амортизациялық сынықтарының құрылымы келесі сипаттамамен көрсетілген: кабель сынықтары – 25 %, мотор сынықтары – 57 %, электрқозғалтқыш сынықтары – 8 %, тұрмыстық сынықтар – 10 %.

Әртүрлі өнім өндірісінде алынатын қалдықтар мен сынықтарда мыстың орташа мөлшері құрайды, %: 23,3 – кабель өнімдерінің қалдықтарында; 26,5 – мыс амортизациясында; 16,6 – жоңқа түріндегі илемді металдық өңдеуден және 12,2 – деформацияланған қорытпалардан жасалған бұйымдардың сынықтары түрінде. Қалдықтар мен сынықтар құрылымында мыстың жалпы үлесі, оның екіншілей шикізат құрамындағы мөлшерінен 78,6 % құрайды. Мұнда кабель өндірісінің қалдықтары мен эксплуатациялау құндылығын жоғалтқан мыс сымдарының үлесіне ~50 % мыс келеді [6-13].

Екіншілей мыс шикізатының негізгі тобы келесі кластарға бөлінеді, олар өз қатарында құрамы мен физикалық қасиеттеріне тәуелді топтарға және сұрпы бойынша бөлінеді:

А класы (сынықтар мен кесекті қалдықтар); 1 топ – дәнекерленбеген және пісірілмеген мыс, мыс мөлшері кемінде 99,5 %, МО, М1, М2, М3 маркалы мыс; сұрпы бойынша ластануы, %: 1 сұрып – 3 % артық емес; 2 сұрып – 5 % артық емес; 3 сұрып – 10 % артық емес; 4 сұрып – 15 % артық емес.

Б класы (жоңқа); 1 топ – А класы тәрізді; сұрпы бойынша мыс жоңқалары мен қорытпаларының ластануы А класының мыс сынықтары мен кесекті қалдықтарының шектеріне сәйкес келеді және қосымша: Б класының 1 тобының 4-ші сұрпы – пакеттелген шырмауық тәрізді жоңқа.

Құрамы бойынша икемді болатын екіншілей мыс құрамды шикізатты өңдеудің жаңа тиімді әдістерінің ізденісі үлкен тәжірибелік қызығушылықты тудырады және қосымша тауарлы мыс алудың ауқымды қоры болып табылады.

Берілген жұмыста мыстан дайын тауарлы өнім шығару бойынша жұмыс істеп тұрған кәсіпорындар өндірісінде алынатын, Қазақстанның екіншілей мысқұрамды шикізатын, тауарлы өнім алумен, өңдеу мүмкіндігіне бағалау жүргізілді.

Зерттеу әдістемесі

Өңдеу үшін химиялық құрамы келесідей болатын екіншілей мыс құрамды шикізат таңдалды, % (мас.): Cu – 85,0; Zn – 1,5; Pb – 2,0; Sn – 0,5; Fe – 5,0; қалғаны – 6,0.

Әлемдік тәжірибеде екіншілей сынықтарды айналмалы шарпыма пеште өңдеу технологиясы кеңінен қолданылатындықтан, берілген процесс үшін материалдық және жылулық баланс есептеулері жүргізілді. Металлургиялық есептеулер арнайы жасалған бағдарламаның пайдаланылуымен жүргізілген.

Рафинирлеу флюстері ретінде кварц және әктасты пайдаланамыз. Кварц құрамы, % (мас): SiO_2 - 82,0; CaO – 3,0; Al_2O_3 - 4,0; Fe - 5,0. Әктас құрамы, % (мас): CaO – 48,0; SiO_2 - 2,0; Al_2O_3 - 2,0; Fe - 1,0.

Отын ретінде табиғи газ қабылданды, құрамы, % (көл.): CH_4 - 98,46;
C_2H_6 - 0,18; N_2 - 0,21; W_p - 1,15.

Нәтижелер мен олардың талқылануы

Екіншілей мыс шикізатын өңдеудің жалпы технологиялық сұлбасы 1 суретте көрсетілген.

Екіншілей мыс шикізатын өңдеудің аралық өнімдері тазаланған және қорғаныш шлактары болып табылады.

Тазаланған шлак қатты күйінде төмен сұрыпты екіншілей шикізатты өңдеу кәсіпорнына ары қарай өңдеу мақсатымен жіберіледі.

Қорғаныш шлактары қайтымды өнім болып табылады және қатты күйінде балқыту процесінің бастапқы сатысына қайтарылады.

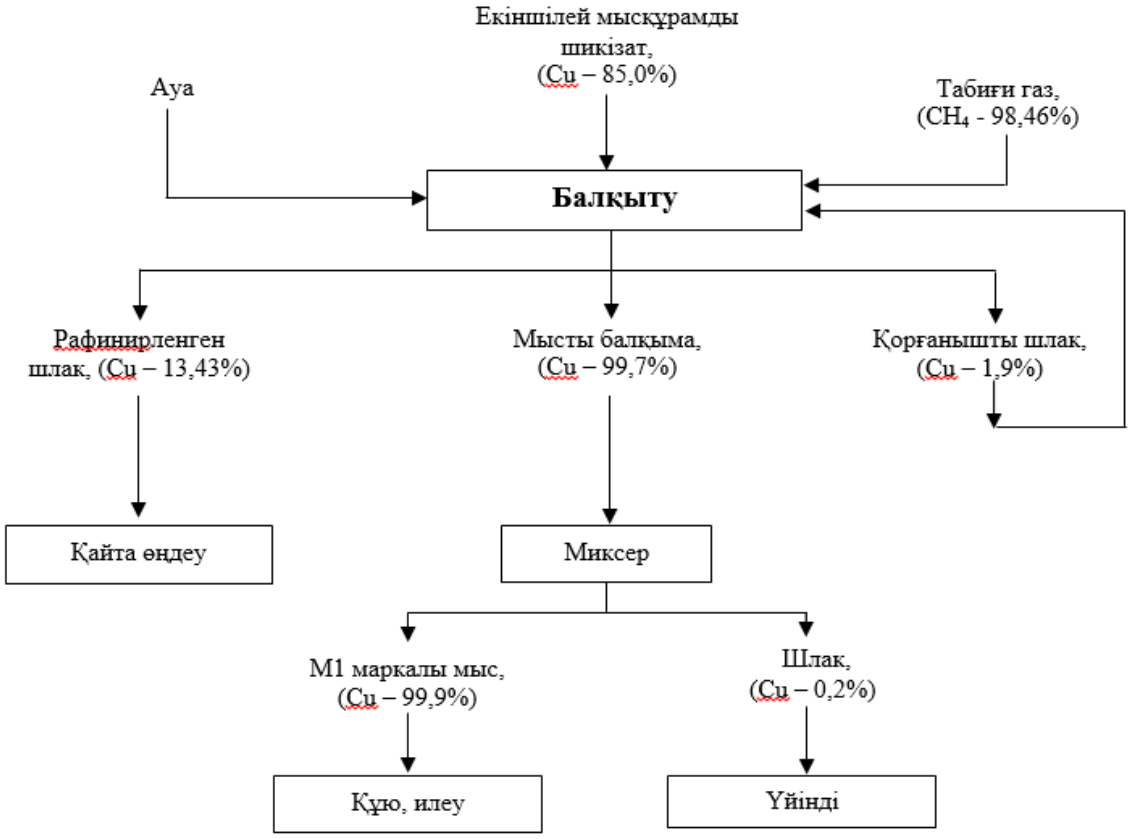
Балқытудың соңғы өнімдері М1 (ГОСТ 859-88) маркалы металды мыс пен көміртекті отынды жағудан түзілетін түтін газдары болып табылады, олардың жылу ұстағыштығын ауамен үрлеуді қыздыру үшін пайдалануға қарастырылған.

Мыс балқымасы миксер арқылы үздіксіз құю мен илемдеуге жіберіледі.

Механикалық ұсталған мыс королектарының аз мөлшерімен сұйықтай аққыш шлак шөмішке

ағызылады және суытылады.

Екіншілей мыс құрамды шикізатты өңдеу кезінде алынатын балқыту өнімдерінің қорытынды құрамы 1 кестеде көрсетілген.

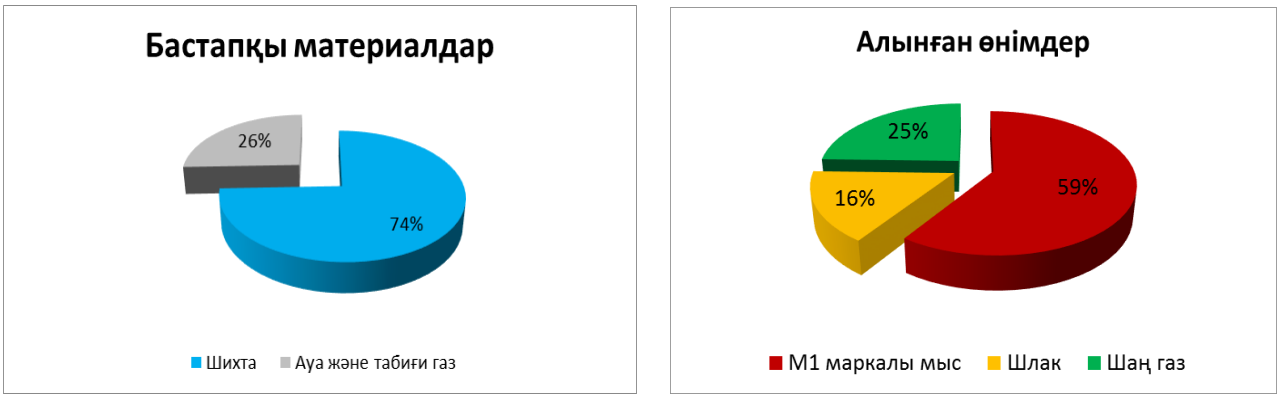


Сурет 1. Айналмалы шарпыма пеште екіншілей мыс құрамды шикізатты өңдеудің технологиялық сұлбасы

Кесте 1. **Балқыту өнімдерінің химиялық құрамы**

Өнім атауы	Химиляық құрамы, %				
	Cu	Pb	Zn	Sn	Fe
М1 маркалы мыс	99,9	0,005	0,005	0,004	0,005
Шлак	23,43	8,80	6,45	2,26	23,41
Шаң, газ	0,26	0,38	0,36	0,05	0,02

Пеш ағынының жалпы материалдық балансы 2 суретте көрсетілген.



Сурет 2. Пеш ағынының материалдық балансы

Екіншілей мыс құрамды шикізатты өңдеу кезінде тауарлы мыс шығуы 59% құрайды. Мыс пен қоспалардың мөлшері бойынша алынған мыс М1 маркасына сәйкес келеді. Шлак шығуы 16% құрайды. Шаң мен газдар - 25%.

Пештің тұрақты жұмысын қамтамасыз ететін қажетті отын (табиғи газ) шығынын анықтау үшін, материалдық баланс негізінде пештің жылулық балансы есептелді, ол 2 кестеде келтірілген.

Кесте 2. **Пештің жылулық балансы**

Жылу келу			**Жылу шығу**		
Кіретін жылу	кДж	%	Шығатын жылу	кДж	%
Табағи газды жағу	32387724,8	98,8	Қатты шихтаны балқытуға кететін жылу	7787352,8	23,8
Ауаның физикалық жылуы	127884,0	0,4	Шлак жылуы	3624193,4	11,1
Шихтаның физикалық жылуы	5234,2	0,01	Шаңмен кететін жылу	52111,7	0,2
Экзотермиялық реакциялар жылуы	266010,4	0,7	Әктастың ыдырауына кететін жылу	508058,9	1,5
			Тотықтыру кезеңі технологиялық газдардың энтальпиясы	5465496,4	16,7
			Сыртқы аймақпен жоғалатын жылу	15349640,0	46,8
Бааарлығы:	**32786853,3**	**100**	**Барлығы:**	**32786853,3**	**100**

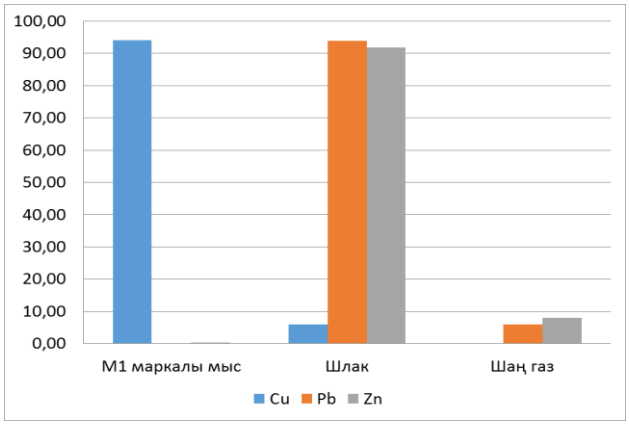
Жылудың негізгі бөлігі табиғи газды жандырудан түседі, ол 98% жылуды құрайды. Табиғи газ пайдаланылуының мақсаты оны тотықсыздандырғыш пен балқыма ваннасын барботаждау үшін белсенді реагент ретінде қолдану болып табылады, бұл металл тотықтарын тотықсыздандырудың физика-химиялық процестерін қарқындылату және пеште конденсацияланған фазаларды құру үшін жағымды шарттарды құрады. Орнатылған табиғи газ шығыны пеш жұмысының тұрақты жылулық режимін қамтамасыз етеді және соңғы өнімдердің сапасын жақсартуға септігін тигізеді.

3 суретте балқыту өнімдерінің арасында мыс, қорғасын мен мырыштың таралуы көрсетілген.

Есептеулердің көрсетуі бойынша, екіншілей мыс құрамды шикізатты айналмалы шарпыма пешінде өңдеу процесін ұйымдастыру кезінде, тауарлы өнім - М1 маркалы мысқа, ондағы негізгі қоспалардың – қорғасын мен мырыш мөлшерінің төмен болуы есебінен (әрқайсысы 0,05% дейін), мыстың ~94% дейін жоғары таралуына қол жеткізіледі.

Қорғасын мен мырыш негізінен тазаланған шлакқа, сәйкесінше ~93%, ~91% өтеді және ары қарай ешбір шығынсыз шлактан бізге мәлім тәсілдермен бөлініп алынады.

Ұсынылып отырған технологияның тәжірибеде жүзеге асырылуы екіншілей мыс құрамды шикізатты өңдеудің жоғары тиімділігін қамтамасыз етеді және өндірісіне қажетті минималды шығындармен дайын тауарлы мыс шығару бойынша кәсіпорынның өнімділігін ауқымды ұлғайтуға мүмкіндік береді.



Сурет 3. Балқыту өнімдері арасында Cu, Pb, Zn таралуы

Қорытынды:

1. Тотықсыздандырғыш пен физика-химиялық процестердің өту жылдамдығын үдету және пеште конденсацияланған фазаларды түзу үшін балқыма ваннасының қарқынды араласуын қамтамасыз ететін реагент ретінде табиғи газдың қолданылуы арқылы екіншілей мыс құрамды шикізаттан М1 маркалы тауарлы мысты тікелей алудың принципиалды мүмкіндігі көрсетілді.

2. Металлургиялық есептеулер негізінде, жұмыс істеп тұрған Қазақстан кәсіпорындарында алынатын қорғасын-, мырыш-, мыс құрамды екіншілей сынықтарды өңдеу кезінде айналмалы шарпыма пешінің материалдық балансы есептелді. Екіншілей шикізаттан мақсатты өнімдерге түсті металдарды кешенді бөліп алудың технологиялық сұлбасы көрсетілді.

3. Процестің технологиялық режимдері мен көрсеткіштері орнатылды. Балқыту өнімдерінің арасында металдардың таралуы зерттелді. Мыстың 98% дейінгі негізгі үлесі тауарлы мысқа (М1 маркасы) өтетіні көрсетілді, мұнда қорғасын мен мырыш сәйкесінше ~74%, ~78% дейін тазаланған шлакта шоғырланады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Купряков Ю.П. Производство тяжелых цветных металлов из лома и отходов // Харьков, "Основа" ХГУ. – 1992. – 399 стр.

[2] M. Bertram, T.E. Graedel, H. Rechberger, S. Spatari. The contemporary European copper cycle: waste management subsystem // Elsevier Science. Ecological Economics – No. 42. – 2002. – P.43–57.

[3] F. Gomez, J.I. Guzman, J.E. Tilton. Copper recycling and scrap availability // Elsevier. Resources Policy. – No. 32. – 2007. – P.183–190.

[4] M. Ruhrberg. Assessing the recycling efficiency of copper from end-of-life products in Western Europe // Elsevier. Resources, Conservation and Recycling. – No. 48. – 2006. – P.141–165.

[5] Minxi Wang, Wu Chen, Yang Zhou, Xin Li Assessment of potential copper scrap in China and policy recommendation // Elsevier. Resources Policy, Volume 52, June 2017, Pages 235-244.

[6] Xinkai Fu, Stian M. Ueland, Elsa Olivetti Econometric modeling of recycled copper supply // Elsevier. Resources, Conservation and Recycling Volume 122, July 2017, Pages 219-226.

[7] Переработка производственных отходов и вторичных сырьевых ресурсов, содержащих редкие, благородные и цветные металлы / В.И. Букин и др. – М.: Издательский дом “Деловая столица”, 2002. – 224 с.

[8] Колобов, Г.А. Сбор и обработка вторичного сырья цветных металлов / Г.А. Колобов, В.Н. Бредихин, В.М. Чернобаев - М.: Металлургия, 1992. – 288 с.

[9] Технология вторичных цветных металлов / под ред. И.Ф. Худякова. – М.: Металлургия, 1981. – 276 с.

[10] Худяков, И.Ф. Металлургия вторичных тяжелых металлов / И.Ф. Худяков, А.П. Дорошкевич, С.В. Карелов.- М.: Металлургия, 1987. – 523 с.

[11] Использование вторичных ресурсов. Экономические аспекты / под ред. Давида У.Пирса и Инго Уолтера. – М. : Экономика, 1981. – 286 с.

[12] Металлургическая переработка вторичного свинцового сырья / А.В. Тарасов и др. – М.: Гинцветмет, 2003. – 224 с.

[13] Тарасов, А.В. Металлургическая переработка вторичного цинкового сырья / А.В. Тарасов, А.Д. Бессер, В.И. Мальцев. – М.: Гинцветмет, 2004. – 219 с.

Жолдасбай Е.Е., Нурлан Г.Б., Курмансейтова М.Б., Куандык А.С., Досмухамедов Н.К.

Переработка вторичных медьсодержащих отходов

Резюме. Представлены результаты металлургических расчетов по переработке отходов производства медьсодержащих изделий, получаемых на предприятиях Казахстана. Показано поведение цветных металлов при переработке вторичного медьсодержащего сырья в поворотной отражательной печи и установлено их распределение между продуктами плавки.

Ключевые слова: медь, вторичные продукты, переработка, материальный баланс, тепловой баланс.

Zholdasbay Y.Y., Nurlan G.B., Kurmanseytova M.B., Kuandyk A.S., Dosmukhamedov N.K.

Secondary copper-containing wastes processing

Summary. The results of metallurgical calculations for the processing of wastes from the production of copper-containing products at the Kazakhstan plants are presented. The behavior of non-ferrous metals is shown in the processing of secondary copper-containing raw materials in a rotary reflecting furnace and their distribution is determined between the products of melting.

Key words: copper, secondary products, processing, material balance, heat balance.

УДК 539.23:621.793

R.Y. Walikhanov, L.V. Gritsenko, Kh.A. Abdullin
(Kazakh National Research Technical University after K.I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan
National Nanotechnology Laboratory of Open Type at Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, E-mail: rusya_96_08@mail.ru)

INFLUENCE OF IMPURITY ATOMS ON THE OPTICAL PROPERTIES OF NANOSTRUCTURED ZINC OXIDE LAYERS

Abstract. Transparent conductive films of oxide semiconductors (TCO) are promising due to their application in electronics, optics, photonics and energy-saving devices. In this work, the nanostructured layers of zinc oxide alloyed with different elements such as aluminum, boron, nickel, magnesium and gallium were obtained by the hydrothermal method. The influence of impurities on the optical properties of the obtained samples was studied.
Key words: alloyed zinc oxide layers, hydrothermal synthesis, optical properties, photoluminescence.

Р.Е. Уалиханов, Л.В. Гриценко, Х.А. Абдуллин
(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева,
Национальная нанотехнологическая лаборатория открытого типа при КазНУ им. аль-Фараби,
Алматы, Казахстан E-mail: rusya_96_08@mail.ru)

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСНЫХ АТОМОВ НА ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ СЛОЁВ ОКСИДА ЦИНКА

Аннотация. Прозрачные проводящие плёнки оксидных полупроводников (TCO) перспективны с точки зрения их применения в электронике, оптике, фотонике и энергосберегающих устройствах. В данной работе гидротермальным методом получены наноструктурированные слои оксида цинка, легированные такими элементами, как алюминий, бор, никель, магний и галлий. Исследованно влияние примесей на оптические свойства полученных образцов.
Ключевые слова: легированные слои оксида цинка, гидротермальный метод, оптические свойства, фотолюминесценция.

Введение. Главным образом это оксиды групп II, III и IV. Оксид цинка занимает особенное положение благодаря возможности его использования в сенсорных устройствах, транзисторах и в качестве катализатора [1]. Кроме того, ZnO является широкозонным полупроводником (3.2 эВ при комнатной температуре), что позволяет испльзовать его в коротковолновых электронных приборах [2]. Ширина запрещённой зоны и оптические свойства ZnO схожи со свойствами нитрида галлия (GaN), широко используемого материала при создании различных оптических устройств, таких как светоизлучающие и лазерные диоды [3].

Оксид цинка обладает широким спектром проводимости, что зависит от условий его синтеза. Легирование элементами II, III и VII групп, такими как индий (In), алюминий (Al), галлий (Ga), медь (Cu), кадмий (Cd), фтор (F) и др. увеличивает стабильность, проводимость и прозрачность плёнок ZnO [4, 5]. В частности легирование алюминием подходит для этих целей. ZnO, легированный алюминием (AZO), обладает высоким коэффициентом пропускания в видимом диапазоне, низким удельным сопротивлением. Значение ширины запрещённой зоны в плёнках AZO можно контролировать, изменяя концентрацию примеси [6]. Электрическая проводимость обеспечивается распределением атомов Al в междоузлиях Zn и кислородными вакансиями в кристаллической структуре. В работе [7] отмечено, что зависимость проводимость от кристалличности плёнок AZO позволяет использовать их в качестве антистатичных поверхностей, в устройствах с твёрдотельными дисплеями, в нагревателях и др. [3, 6].

Экспериментальные результаты и обсуждение

Сочетание оптических и электрических свойств ZnO делает его перспективным материалом для использования в оптико-электронных и фотоэлектрических устройствах, таких как ультрафиолетовые излучатели, прозрачные электроды, газовые сенсоры, солнечные элементы, пьезоэлектрические наногенераторы и др.

В качестве подложек были использованы стеклянные слайды или кремниевые пластины. Отработка гидротермального синтеза TCO на основе оксида цинка с целью определения оптимальных параметров роста осуществлялась в два этапа. На первом этапе золь-гель методом на предварительно подготовленные, тщательно очищенные подложки наносился затравочный слой.

Раствор для получения затравочного слоя содержал 0.4 г ацетата цинка $Zn(CH_3COO)_2$ и 10 мл этанола. Равномерное распределение золя на поверхности подложек достигалось путём нанесения нескольких капель раствора на подложку, закреплённую на горизонтальном столике, с последующим вращением столика со скоростью ~2000 об/мин в течение 5 минут. После этого подложки помещались в сушильный шкаф и выдерживались при температуре 130°С в течение 20 минут. Последующий отжиг при температуре 450°С в течение 60 минут в муфельной печи приводил к формированию затравочного слоя на поверхности подложек, обеспечивающий в дальнейшем равномерный, направленный рост плёнки перпендикулярно поверхности образца.

Второй этап синтеза заключался в формировании плёнки ZnO на подготовленных подложках согласно низкотемпературной технике роста [8]. Рабочий раствор содержал гексаметилентетрамин (уротропин) $C_6H_{12}N_4$, цинк азотнокислый $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ и дистиллированную воду.

В ходе проведения экспериментов было выполнено три серии роста слоёв ZnO с концентрациями базовых компонентов раствора 25мМ, 50мМ и 0.3М. Легирование различными элементами B, Al, Ga и др., выступающими в качестве доноров, позволяет значительно улучшить и контролировать электрические свойства ZnO [9].

В данной работе с целью исследования влияния примесей на оптические свойства осуществлялось легирование слоёв оксида цинка такими элементами, как алюминий, бор, никель, магний и галлий. Для этого в раствор роста были добавлены следующие компоненты: нитрат алюминия $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$, борная кислота H_3BO_3, нитрат никеля (II) $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, нитрат магния $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ и нитрат галлия $Ga(NO_3)_3 \cdot H_2O$ соответственно. Массовая доля всех примесей составляла 1 ат.%.

Гидротермальный синтез проводился при температуре 90°С на магнитной мешалке с подогревом. Продолжительность синтеза составляла полтора часа. По окончанию синтеза образцы вынимались, промывались дистиллированной водой в ультразвуковой ванне в течение 10 минут и затем высушивались в духовом шкафу при температуре 115°С. Начальный уровень pH раствора был равен 6, за исключением раствора, содержащего алюминий азотнокислый, pH которого был равен 5.

На рисунках 1-2 представлены спектры оптической плотности и спектры пропускания образцов, полученных гидротермальным методом с концентрациями 50мМ и 0.3М.

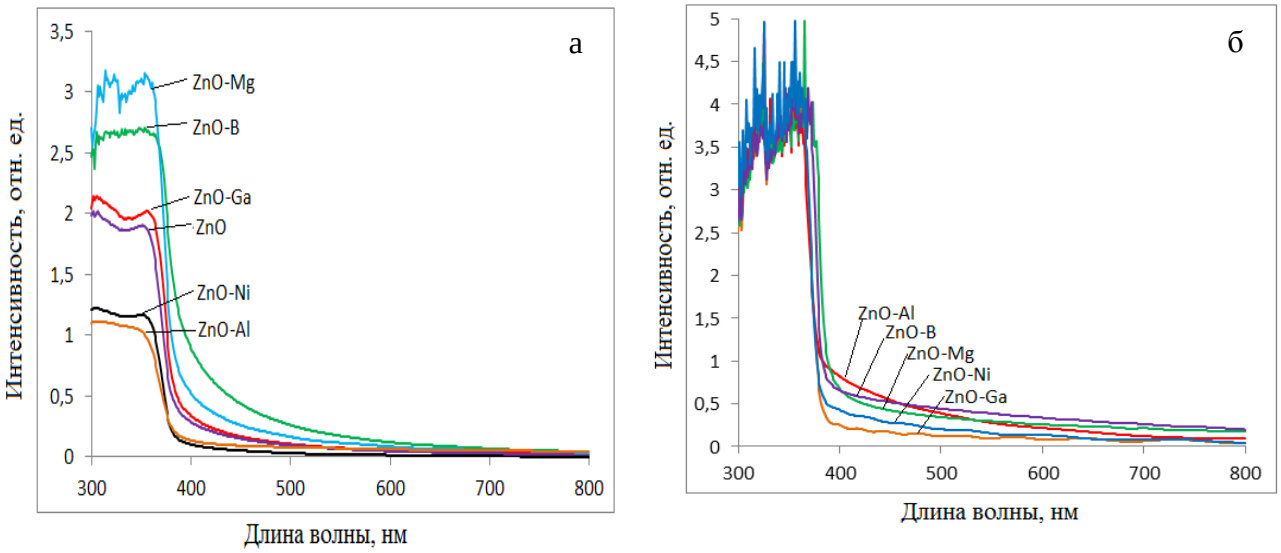


Рис. 1. Спектры оптической плотности образцов ZnO, полученных гидротермальным методом, а – 50мМ, б – 0.3М

Как видно из рисунков 1, 2, все полученные образцы являются прозрачными в видимой области спектра.

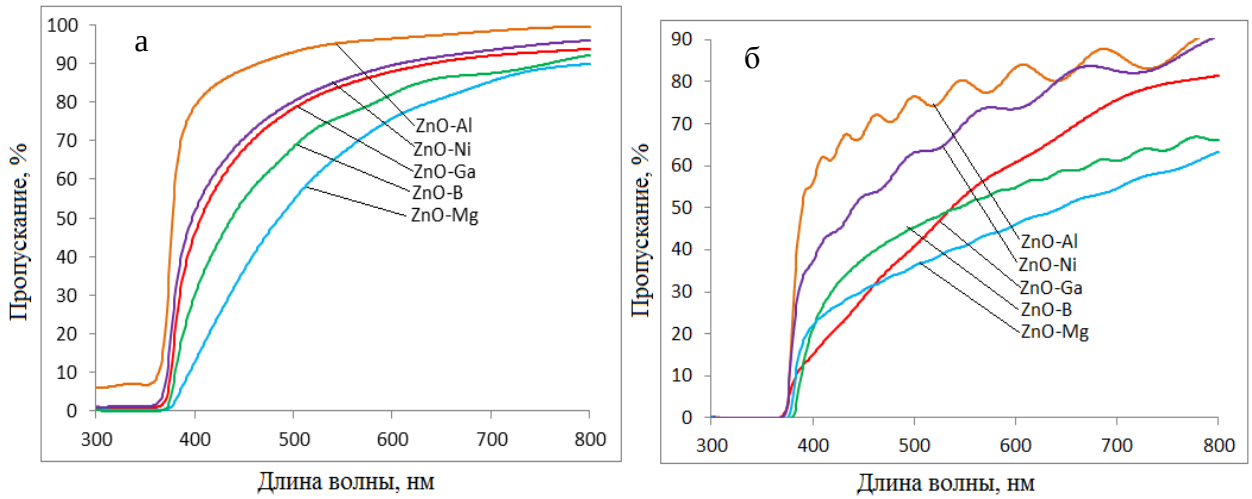


Рис. 3. Спектры пропускания образцов ZnO, полученных гидротермальным методом, а – 50мМ, б – 0.3М

При этом увеличение концентрации раствора ведёт к снижению коэффициента прозрачности полученных образцов и увеличению поглощения, что связано с увеличением толщины образцов и с ростом числа рассеивающих свет центров.

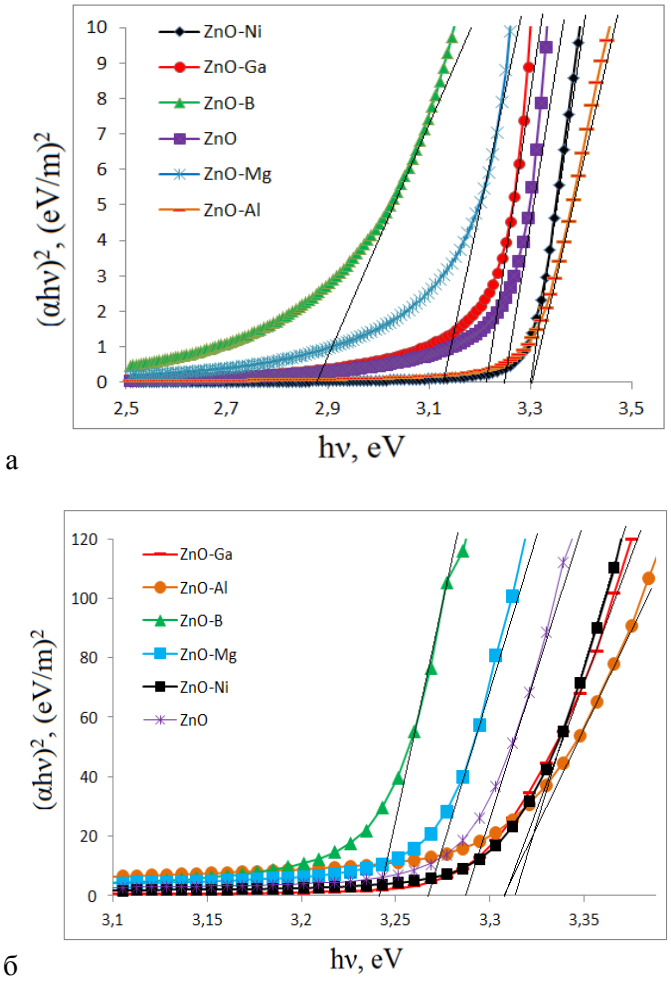


Рис.4. Соотношение между $(\alpha h\nu)^2$ и $(h\nu)$ для образцов ZnO:Al, ZnO:Ga, ZnO:B, ZnO:Mg, ZnO:Ni, полученных гидротермальным методом при концентрации, а – 50мМ, б – 0.3М

На основании спектров оптической плотности можно расчитать ширину запрещённой зоны из соответствия частотной зависимости коэффициента поглощения формуле Тауца [10] и оценке соответствующего энергетического параметра, называемого краем Тауца или оптической щелью (Eg). Соотношение Тауца для прямозанных полупроводниковых материалов даётся выражением

$$\alpha h\nu = A\,(h\nu - E_g)^n,$$

где α – коэффициент поглощения, hν – энергия фотона, A – коэффициент пропорциональности. Так как ZnO является широкозонным материалом, то n равно 0.5. Выражение для коэффициента пропорциональности имеет вид

$$A = \alpha d = -\ln T,$$

где d является толщиной плёнки, а T – коэффициент пропускания. На рисунке 4 представлена зависимость $(\alpha E)^2$ от E(hν) для образцов с концентрациями 50мМ и 0.3М, где α является коэффициентом поглощения, hν – энергия фотона.

Прямая линия на графике соответствует прямой области. Экстраполяция этой прямой к оси *E* даёт значение ширины запрещённой зоны. Изучение значений ширины запрещённой зоны показывает, что наименьшим значение Eg обладают образцы ZnO, легированные бором (~2.9-3.24 эВ), а наибольшим – легированные алюминием (~3.31 эВ).

Спектры фотолюминесценции образцов ZnO:Al, ZnO:Ga, ZnO:B, ZnO:Mg, ZnO:Ni с примесью 1 ат. %, полученных гидротермальным методом при концентрации 0.3М, представлены на рисунке 5.

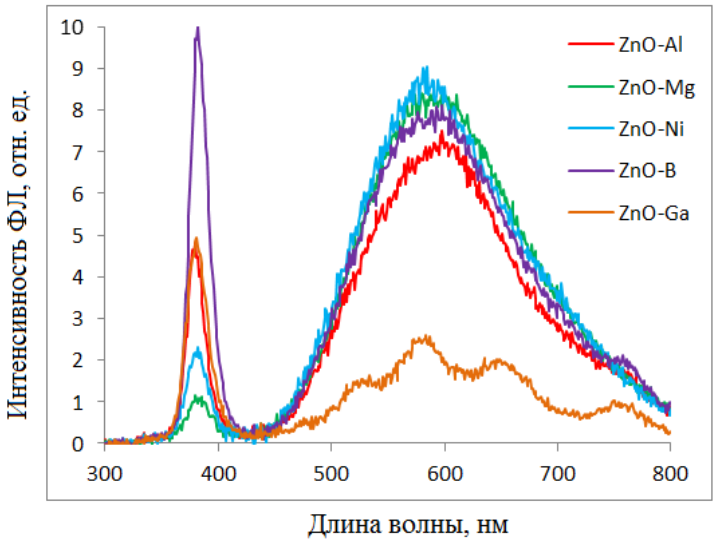


Рис. 5. Спектры фотолюминесценции плёнок образцов ZnO:Al, ZnO:Ga, ZnO:B, ZnO:Mg, ZnO:Ni, полученных гидротермальным методом при концентрации 0.3М

Фотолюминесценция была измерена на спектрофотометре Cary-Eclipse (Agilent) при комнатной температуре. Возбуждение осуществлялось с помощью ксеноновой лампы, пульсирующей на длине волны 300 нм с частотой 80 Гц при комнатной температуре. Как видно из рисунка 3.9, в спектрах ФЛ у всех исследуемых образцов присутсвуют примесная и собственная полосы, причём примесная с максимумом при ~580 нм, шире и преимущественно преобладает.

Выводы:

Отработан гидротермальный метод синтеза оксида цинка, легированного алюминием, бором, галлием, магнием и никелем. Изучены оптические свойства и фотолюминесценция синтезированных образцов. Замечено, что все полученные образцы являются однородными по всей поверхности

образца и обладают высокой степенью пропускания (70-90%) в видимой области спектра. При этом увеличение концентрации раствора ведёт к снижению коэффициента прозрачности полученных образцов и увеличению коэффициента поглощения. Изучение значений ширины запрещённой зоны полученных образцов на основании спектров оптической плотности показало, что наименьшим значение Eg обладают образцы ZnO, легированные бором (~2.9-3.24 эВ), а наибольшим – легированные алюминием (~3.31 эВ).

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Республики Казахстан, №AP05130100 «Разработка технологий получения наноструктурированных оксидных полупроводников для широкого спектра применения».

ЛИТЕРАТУРА

[1] 1 Özgür Ü., AlivovYa.I., Liu C., Teke A., Reshchikov M.A., Doğan S., Avrutin V., Cho S.− J., Morkoç H. A comprehensive review of ZnO materials and devices // Journal of Applied Physics. − 2005. – Vol. 98, Issue 4. − 41301. p.

[2] 2 Mohamed S.H., Ali H.M, Mohamed H.A., Salem A.M. Effect of annealing and incontent on the properties of electron beam evaporated ZnO films // J.Appl. Phys. – 2005. – Vol. 31. – P. 95–99.

[3] Lee H.W., Lau S.P., Wang Y.G., Tse K.Y., Hug H.H., Tay B.K. Structural, electrical and optical properties of Al-doped ZnO thin films prepared by filtered cathodic vacuum arc technique // J. Cryst. Growth. – 2004. – Vol. 268. – P. 596–601.

[4] Cao Y., Miao L., Tanemura S., Tanemura M., Kuno Y., Hayashi Y., Mori Y. Optical properties of indium-doped ZnO films // J. Appl. Phys. – 2006. – Vol. 45. – 1628. p.

[5] De La M., Olvera L., Maldonado A., Asomoza R., Mele´ındez-Lira M. Effect ofthe substrate temperature and acidity of the spray solution on the physical properties of F-doped ZnO thin films deposited by chemical spray // Sol. Energy Mater. – 2002. – Vol. 71. – P. 61–71.

[6] Jeong S.H., Park B.N., Yoo D.G., Boo J.H. Al–ZnO thin films as transparent con-ducting oxides: synthesis, characterization and application tests // J. Korean Phys.Soc. – 2007. – Vol. 50. – P. 622–625.

[7] Nishino J., Ohshio S., Kamata K. Preparation of aluminum-doped zinc oxide films by a normal-pressure CVD method // J. Am. Ceram. Soc. – 1992. – Vol. 75. – P. 3469–3472.

[8] L.V. Podrezova, V. Cauda, S. Stassi, G. Cicero, B.E. Alpysbaeva, Kh.A. Abdullin, Properties of ZnO nanorods grown by hydrothermal synthesis on conductive layers, Crystal Research and Technology. – 2014. – No 49, issue 7. – P.1–7.

[9] Wang L.C., N.R. de Tacconi, Chenthamarakshan C.R., Rajeshwar K., Tao M. Electrodeposited copper oxide films: Effect of bath pH on grain orientation and orientation-dependent interfacial behavior // Thin Solid Films. – 2007. − Vol. 515. − P.3090–3095.

[10] Joshi G.P., Saxena N.S. Band gap determination of Ni–Zn ferrites // Bull. Mater. Sci. – 2003. – Vol. 26. – P. 387–389.

Уалиханов Р.Е., Гриценко Л.В., Абдуллин Х.А.

Мырыш оксидінің наноқұрылымды қабаттарының оптикалық қасиеттеріне қоспа атомдарының әсері

Түйіндеме. Оксидті жартылай өткізгіштердің мөлдір өткізгіш қабықтары олардың электроникада, оптикада, фотоникада және энергия үнемдейтін құрылғыларда қолданылуы тұрғысынан келешекті болып табылады. Бұл жұмыста гидротермиялық әдіспен алюминий, бор, никель, магний және галлий тәрізді элементтермен қоспаланған мырыш оксидінің наноқұрылымды қабаттары алынды. Қоспалардың алынған үлгілердің оптикалық қасиеттеріне әсері зерттелді.

Өзекті сөздер: мырыш оксидінің қоспаланған қабаттары, гидротермиялық әдіс, оптикалық қасиеттер, фотолюминесценция.

Ualikhanov R.E., Gritsenko L.V., Abdullin Kh.A.

Influence of impurity atoms on the optical properties of nanostructured zinc oxide layers

Summary. Transparent conductive films of oxide semiconductors (TCO) are promising due to their application in electronics, optics, photonics and energy-saving devices. In this work, the nanostructured layers of zinc oxide alloyed with different elements such as aluminum, boron, nickel, magnesium and gallium were obtained by the hydrothermal method. The influence of impurities on the optical properties of the obtained samples was studied.

Key words: alloyed zinc oxide layers, hydrothermal synthesis, optical properties, photoluminescence.

УДК 54.057:541.145

A.Abdullin, A.A. Azatkaliyev, M.T. Gabdullin, Zh.K. Kalkozova
(National Nanotechnology Laboratory of the Open Type, Al-Farabi KazNU, Almaty , Kazakhstan
Kazakh-British Technical University, Almaty, Kazakhstan
e-mail: kh.a.abdullin@mail.ru)

NANOPOWDERS SYNTHESIS OF METALLIC TUNGSTEN

Abstract. Two methods for obtaining nanopowders of metallic tungsten by pyrolysis of precursors in the form of a compound of tungsten-meta-tungstate have been developed. In the first method, the formation of nanoparticles is provided by using a matrix of fibrous materials. In the second method, nanoparticles are formed by the pyrolysis of an aerosol produced using an ultrasonic generator. Tungsten nanoparticles were obtained either by thermal hydrogen reduction of tungsten oxide at 500-600 ° C temperatures, or by pyrolysis in a reducing atmosphere. The structure and morphology of the obtained samples were studied using X-ray diffraction analysis and scanning electron microscopy. Tungsten nanopowders with dimensions from 7 to 30 nm were obtained depending on the synthesis temperature.

Key words: metallic tungsten, nanopowders, nanoparticles, fibers, pyrolysis method

Х.А. Абдуллин, А.А. Азаткалиев, М.Т. Габдуллин, Ж.К. Калкозова
(Национальная нанотехнологическая лаборатория открытого типа, КазНУ им. аль-Фараби,
Казахстан Казахстанско-Британский Технический Университет,
Алматы, Казахстан, e-mail: kh.a.abdullin@mail.ru)

СИНТЕЗ НАНОПОРОШКОВ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ВОЛЬФРАМА

Аннотация. Разработаны два способа получения нанопорошков металлического вольфрама путем пиролиза прекурсоров в виде соединения вольфрама- метавольфрамата аммония. В первом способе формирование наночастиц обеспечивается использованием матрицы из волокнистых материалов. Во втором способе наночастицы формируются при пиролизе аэрозоля, получаемого с использованием ультразвукового генератора. Наночастицы вольфрама получены либо путем термического водородного восстановления оксида вольфрама при температурах 500-600ºС, либо путем проведения пиролиза в восстановительной атмосфере. Исследована структура и морфология полученных образцов с помощью рентгеноструктурного анализа и сканирующей электронной микроскопии. Получены нанопорошки вольфрама с размерами от 7 до 30 нм в зависимости от температуры синтеза.

Ключевые слова: металлический вольфрам, нанопорошки, наночастицы, волокна, метод пиролиза

Введение

Вольфрам и его оксиды находят широкое практическое применение во многих областях: для изготовления химических сенсоров [1-2], электрохромных материалов [3], фотокатализаторов [4-5]. Оксид вольфрама и композиты на его основе перспективны для изготовления газовых сенсоров для детектирования водорода [6-7], а также различных органических соединений [8]

Наночастицы металлического вольфрама могут быть получены рядом методов, такими, как осаждение с помощью CVD (chemical vapor deposition) метода [9], магнетронным распылением [10], сольвотермическим разложением карбонатов вольфрама [11-12] ит.д. В настоящей работе представлены простые методы получения нанопорошков оксидов вольфрама и водородного восстановления оксида до металлического вольфрама.

Экспериментальная часть

Нанопорошки металлического вольфрама были получены методом пиролиза, то есть термического разложения прекурсора - соли вольфрама. Материал прекурсоров был выбран в виде соединения вольфрама- метавольфрамата аммония. Пиролиз проводился двумя способами. Поскольку при пиролизе разложение прекурсоров ведет к формированию продуктов реакции пиролиза, для ограничения размеров синтезированных частиц и получения нанопорошков необходимо обеспечить условия ограниченного поступления прекурсоров к частицам – продуктам реакции. В первом способе ограничение поступления прекурсоров для формирование наночастиц обеспечивается использованием матрицы из волокнистых материалов. Водным раствором прекурсора с низкой концентрацией (0.01 М метавольфрамата аммония) пропитывали матрицу, в качестве которой использована натуральная целлюлоза в виде бумажных обеззоленных фильтров либо ваты. После сушки материал прекурсора закрепляется на поверхности волокнистой матрицы, при этом

можно достичь весьма низкой и контролируемой объемной концентрации вещества прекурсора. Если при последующем пиролизе не допускать преждевременного распада матрицы и нивелировать роль термической диффузии, то частицы прекурсора и, соответственно, продукты пиролиза, будут пространственно закреплены с низкой концентрацией, что позволяет получать продукты пиролиза с контролируемыми размерами.

Раствор с матричным материалом обрабатывали в ультразвуковой ванне в течение 30 мин для равномерного смачивания, затем следовал тщательный отжим и вакуумная сушка, после чего проводился термический отжиг в течение ~1 часа. Скорость нагрева до целевой температуры отжига составляла 1^0/мин. Температура отжига варьировалась от 400 до 700°С. Для получения металлического вольфрама образцы отжигали в потоке водорода, для получения оксида вольфрама отжиг проводился на воздухе.

Во втором способе наночастицы формируются при пиролизе аэрозоля водного раствора метавольфрамата аммония. Аэрозоль получался с использованием ультразвукового генератора, изготовленного на базе увлажнителя воздуха. Наночастицы вольфрама получены либо путем термического водородного восстановления оксида вольфрама при температурах 500-600°С, либо путем проведения пиролиза в восстановительной атмосфере. Ультразвуковой генератор продувался транспортным газов, и газовый поток с каплями аэрозоля направлялся в вертикальную трубчатую печь. В горячей зоне печки при температурах 400-800°С происходил пиролиз аэрозоля с формированием частиц оксида вольфрама либо металлическогго вольфрама, которые выносились газовым потоком в высоковольтный пылевой фильтр, расположенный на выходе газового потока из горячей зоны.

Фазовый анализ (XRD - X-ray diffraction) осуществлялся на дифрактометре MiniFlexRigaku. Рентгенограммы порошков сняты в излучении CuK□. Рамановские спектры были сняты на установке NTegra Spectra (NT-MDT) с возбуждением синим лазером с длиной волны 473 нм. Морфологию поверхности изучали с помощью сканирующего электронного микроскопа Quanta3D200i FEI. Электрохимические характеристики, измерения циклической вольтамперометриии гальваностатические измерения заряда/разряда проводились с помощью потенциостата Elins P-30J в трехэлектродной электрохимической ячейке, где противоэлектродом был платиновый электрод, опорным электродом был двухключевой хлорсеребряный (Ag/AgCl) лабораторный электрод сравнения ЭСр-10101.

Результаты и обсуждения

На рис. 1 приведены XRD результаты для порошков металлического вольфрама (W), синтезированных при температурах 400°С и затем восстановленных в потоке водорода при температурах от 550 до 850°С. Из рисунка видно, что основным продуктом является металлический вольфрам, о чем свидетельствует совпадение рентгенограмм с XRD эталоном для кубического вольфрама. Видно также, что размер частиц вольфрама зависит от температуры синтеза.

Наиболее мелкие порошки получены при низких температурах синтеза. Нижняя граница ограничена температурой прохождения пиролиза и реакции синтеза, поэтому низкотемпературный синтез требует значительно большего времени. С ростом температуры отжига линии сужаются, следовательно, это говорит о том, что размеры кристаллитов в образцах растут. Средний размер кристаллитов (размер областей когерентного рассеяния рентгеновского излучения) определялся из ширины дифракционных рефлексов по формуле Дебая-Шеррера. Для определения среднего размера кристаллитов использована формула

$$\beta^2 = \left\{\frac{0.9\lambda}{D\cos\Theta}\right\}^2 + \{4\varepsilon\tan\Theta\}^2 + \beta_0^2, \quad (1)$$

где β и β_0 – полуширина рефлекса и инструментальная ширина линии, λ - длина волны рентгеновских лучей, D – средний размер кристаллитов или областей когерентного рассеяния, Θ - угол между отражающей плоскостью и падающим лучом, ε - микронапряжения.

Из экспериментальных данных по полуширине рентгеновских рефлексов для восстановленных образцов рассчитаны (по формуле 1) размеры кристаллитов. С ростом температуры размеры кристаллитов быстро увеличиваются с 6.5нм для образца, полученного при водородном восстановлении при 550°С, до более 25нм для образца, полученного при 700°С.

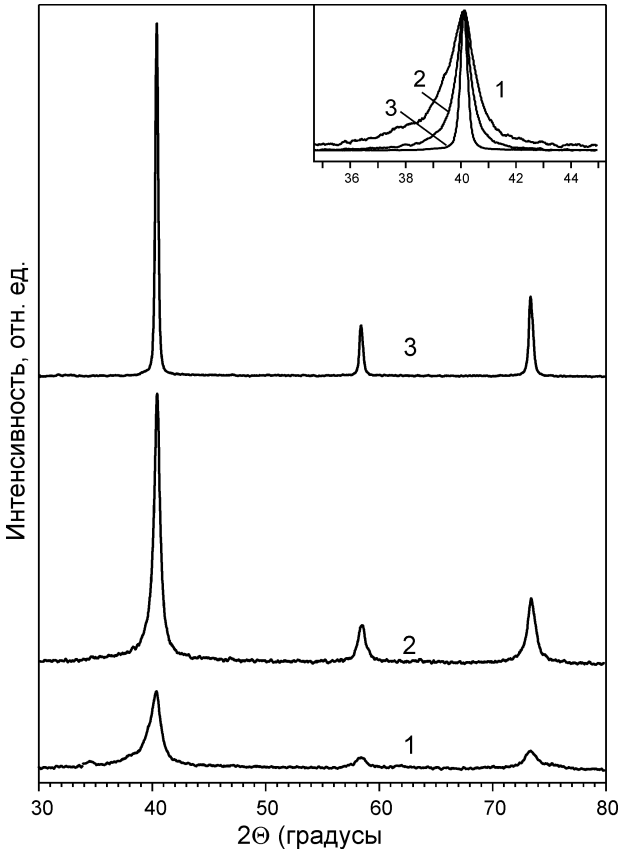


Рис. 1. XRD результаты для порошка вольфрама, полученногоиз WO_3 после отжига при 400°С и восстановленных при температурах от 550 до 700°С в потоке водорода: а – XRD результаты для образцов, восстановленных при 550 (1), 600 (2) и 700°С.

На рис 2 приведены снимки SEM микроскопии синтезированных порошков вольфрама. Из рисунка видно, что размеры кристаллитов при высокой температуре синтеза достаточно большие, около 70 нм. Уменьшение температуры синтеза приводит к значительно более мелким кристаллитам, за пределами разрешающей способности микроскопа, и отдельные нанокристаллы не различаются.

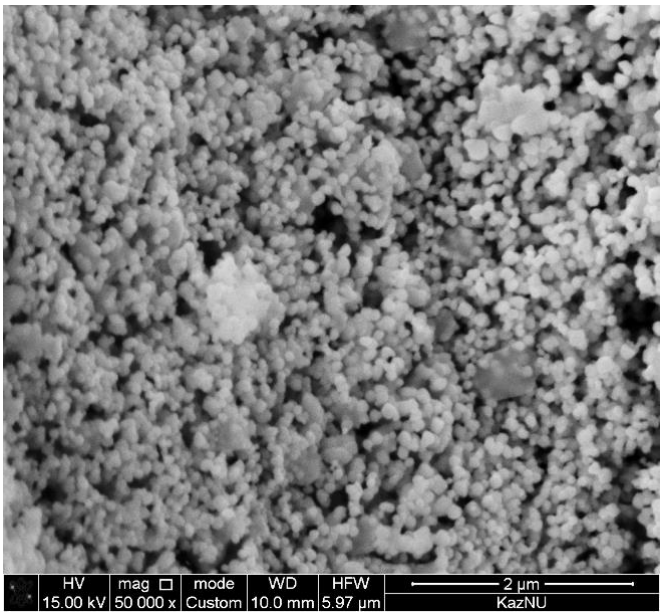


Рис. 2. SEM снимок порошка металлического вольфрама, полученного при температуре 400^{0}С и восстановленного в атмосфере водорода при температуре 850^{0}С.

Проведены эксперименты по определению электрохимических характеристик электродов, полученных с добавлением нанопорошков оксида вольфрама и вольфрама. Электроды изготавливались на основе углеродной сажи, синтезированных порошков и связующего полимера – поливинилового спирта, паста с соответствующим отношением компонентов как 40:55:5 получалась с помощью агатовой ступки и наносилась на металлический электрод. После сушки пасты измерялись вольтамперные характеристики в трехэлектродной электролитической ячейке в кислотном и нейтральном электролите. Обнаружено, что емкость электрода растет значительно при добавлении порошка металлического вольфрама по сравнению со случаем порошка оксида вольфрама. Сделано предположение, что естественный слой оксида на поверхности металлического вольфрама значительно более эффективно участвует в повышении емкости углеродного электрода.

Выводы

Нанопорошки металлического вольфрама со средними размерами от 6.5 нм получены путем пиролиза прекурсоров. Определены режимы получения нанопорошков вольфрама с контролируемыми размерами в зависимости от температуры синтеза. Формирование наночастиц обеспечивается использованием матрицы из волокнистых материалов, а также созданием аэрозольных частиц, получаемых с помощью ультразвукового генератора. Наночастицы вольфрама получены путем термического водородного восстановления оксида вольфрама при температурах 500-600ºС, либо проведением пиролиза в восстановительной атмосфере. Исследована структура и морфология синтезированных образцов с помощью рентгеноструктурного анализа и сканирующей электронной микроскопии. Определены электрохимические характеристики и емкость углеродных электродов, полученных с добавлением нанопорошков оксида вольфрама и вольфрама. Обнаружено, что емкость электрода значительно значительно выше при добавлении порошка металлического вольфрама по сравнению со случаем порошка оксида вольфрама либо чистого углеродного электрода.

Работа выполнена при поддержке гранта МОН РК #AP05130100.

ЛИТЕРАТУРА

[1] A.C. Anithaa, N. Lavanya, K. Asokan, C. Sekar. WO3 nanoparticles based direct electrochemical dopamine sensor in the presence of ascorbic acid // Electrochimica Acta. -2015. –Vol. 167. –P. 294-302.

[2] S. Kupendrian, R. Sakthivel, S. Chen, Y. Qin-Jin, M. Bhuvanenthiran and B. Thirumalraj. Design of novel WO3/CB nanohybrids" An affordable and efficient electrochemical sensor for the detection of multifunctional flavonoid rutin // Inorg. Chem. Front. -2018. –Vol.5. –P. 1085-1093.

[3] ZhongXie, LinaGao, BoLiang, XianfuWang, GuiChen, ZheLiu, JunfengChao, DiChenandGuozhenShen. Fast fabrication of a WO3*2H2O thin film with improved electrochromic properties // J. Mater. Chem. -2012. –Vol.22. –P. 19904.

[4] Pengyu Dong, Bairen Yang, Chao Liu, Fenghua Xu, Xinguo Xi, Guihua Hou and Rong Shao. Highly enhanced photocatalytic activity of WO3 thin films loaded with Pt–Ag bimetallic alloy nanoparticles // RSC Adv. -2017. –Vol. 7. –P. 947.

[5] Yossy Wicaksana, Sanly Liu, Jason Scott and Rose Amal. Tungsten Trioxide as a Visible Light Photocatalyst for Volatile Organic Carbon Removal // Molecules. – 201. –Vol.19. –P.17747-17762.

[6] ArvindKumar, AmitSanger, AshwaniKumarandRameshChandra. Porous silicon filled with Pd/WO3–ZnO composite thin film for enhanced H2 gas-sensing performance //RSC Adv. -2017. –Vol.7. –P. 39666.

[7] B. Urasinska-Wojcik, T.A. Vincent, J.W. Gardner. H2S sensing properties of WO3 based gas sensor //Procedia Engineering. -2016. –Vol. 168. –P. 255 – 258.

[8] QianZhang, MingkunXu, ZhuruiShen, QiangWei. A nanostructured Cr2O3/WO3 p–n junction sensor for highly sensitive detection of butanone //J Mater Sci: Mater Electron. -2017. –Vol.28. –P. 12056.

[9] Tolochko O.V., Klimova O.G., Ordanian S.S., Cheong D.I., Kim Y.M. Effects of tungsten nanoparticles additions on the densification of micron size tungsten powder //Reviews on Advanced Materials Science. -2009. –Vol.21. –P.192.

[10] T. Acsente, R.F. Negrea, L.C. Nistor, C. Logofatu, E. Matei, R. Birjega, C. Grisolia, G. Dinescu. Synthesis of flower-like tungsten nanoparticles by magnetron sputtering combined with gas aggregation //Eur. Phys. J. D. -2015. –Vol. 69. –P. 161.

[11] P.K. Sahoo, S.S. Kalyan Kamal, M. Premkumar, T. Jagadeesh Kumar, B. Sreedhar, A.K. Singh, S.K. Srivastava, K. Chandra Sekhar. Synthesis of tungsten nanoparticles by solvothermal decomposition of tungsten hexacarbonyl //Int. Journal of Refractory Metals&HardMaterials. -2009. –Vol.27. –P. 784–791.

[12] Ch. Schottle, P. Bockstaller,D.Gerthsen, C. Feldmann. Tungsten nanoparticles fromliquid-ammonia-basedsynthesis //Chem. Commun. -2014. –Vol. 50. –P. 4547.

Абдуллин Х.А., Азаткалиев А.А., Габдуллин М.Т., Калкозова Ж.К.

Металлды вольфрам наноұнтақтарын синтездеу

Түйіндеме. Вольфрам-метавольфрамат аммоний қосылысы түріндегі прекурсорлардың пиролизі жолымен металлды вольфрам наноұнтақтарын алудың екі тәсілі жасалды. Бірінші тәсілде нанобөлшектердің қалыптасуы талшықты материалдардың матрицасы негізінде қамтамасыз етіледі. Екінші тәсілде нанобөлшектер ультрадыбысты генератормен алынатын пиролиз аэрозолы арқылы қалыптасады. Вольфрам нанобөлшектері оксидті вольфрамның 500-600ºС температурада термиялық сутекті қалыптастыру жолымен, не болмаса, қалыпқа келтіретін атмосферада пиролиз жүргізу жолымен алынды. Алынған үлгілердің құрылымы мен морфологиясы рентгенді құрылымдық талдау және сканерлеуші электрондық микроскопия әдістерімен зерттелді. Вольфрамның наноұнтақтары синтез температурасына байланысты өлшемі 7 ден 30нм болатын ұнтақтар алынды.

Өзекті сөздер: металды вольфрам, наноұнтақтар, нанобөлшектер, талшық, пиролиз әдісі

Abdullin A., Azatkaliev A.A., Gabdullin M.T., Kalkozova Zh.K.

Nanopowders synthesis of metallic tungsten

Summary. Two methods for obtaining nanopowders of metallic tungsten by pyrolysis of precursors in the form of a compound of tungsten-meta-tungstate have been developed. In the first method, the formation of nanoparticles is provided by using a matrix of fibrous materials. In the second method, nanoparticles are formed by the pyrolysis of an aerosol produced using an ultrasonic generator. Tungsten nanoparticles were obtained either by thermal hydrogen reduction of tungsten oxide at 500-600 ° C temperatures, or by pyrolysis in a reducing atmosphere. The structure and morphology of the obtained samples were studied using X-ray diffraction analysis and scanning electron microscopy. Tungsten nanopowders with dimensions from 7 to 30 nm were obtained depending on the synthesis temperature.

Key words: metallic tungsten, nanopowders, nanoparticles, fibers, pyrolysis method

УДК 544.6; 669.2

G.S. Beisenova, B.D. Burkitbayeva, A.M. Argimbayev, G.S. Rahymbai

OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ROUGH INDIUM ELECTROREFINING

Abstract. The main technological characteristics of electrochemical refining of metals are the yield of metals and the electricity consumption. These characteristics depend on the conditions of electrolysis and mechanical specification of electrolysis unit. It is necessary to achieve large values of yield of metals with less consumption of electricity, when receiving qualitative cathode deposits of high purity. This work is devoted to determining the dependence of the electric power consumption and voltage on the interelectrode distance and current density in the electrolytic refining of rough indium.

Key words: indium, current yield, electricity consumption, electrolytic refining, electrolysis.

Г.С. Бейсенова, Б.Д. Буркитбаева, А.М. Аргимбаева, Г.С. Рахымбай
(Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан, beisenova.gumi@gmail.com)

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОРАФИНИРОВАНИЯ ЧЕРНОВОГО ИНДИЯ

Аннотация. Основными технологическими показателями электрохимического рафинирования металлов являются выход металла по току и расход электроэнергии. Эти показатели зависят от условий проведения электролиза и конструкционных параметров электролизера. При получении качественных катодных осадков высокой степени чистоты необходимо добиваться больших значений выходов металла по току с меньшими энергозатратами. Данная работа посвящена определению зависимости расхода электроэнергии и напряжения от межэлектродного расстояния и плотности тока при электролитическом рафинировании чернового индия.

Ключевые слова: индий, выход по току, расход электроэнергии, электролитическое рафинирование, электролиз

Введение

Особенности конструкции электролизной установки при рафинировании металлов оказывают большое влияние на степень чистоты катодных осадков и на выход по току металла в процессе электролиза.

При электролитическом рафинировании индия чистота катодных осадков зависит от условий электролиза, таких как: плотность тока, особенности электролизной ванны, в частности, межэлектродное расстояние, взаимное расположение катода и анода и др. [1-5].

Энергозатраты при электролитическом рафинировании металлов являются одним из основных технико-экономических показателей этого процесса. Удельный расход электроэнергии постоянного тока на единицу получаемой продукции пропорционален напряжению на электролизере и обратно пропорционален выходу по току данного продукта [6, 7]. Из ранее проведенных нами исследовании установлено, что при рафинировании индия в хлоридных электролитах (0,5М $InCl_3$+2.0М NaCl pH=1.3) в прямоугольном электролизере выход по току колеблется в узких пределах [8-10]. Поэтому можно считать, что удельный расход электроэнергии определяется в основном напряжением на электролизере. Напряжение на клеммах электролизера (Е) зависит, главным образом, от плотности тока, рабочей температуры и конструкции электролизера. Параметры электролизной установки, использованной нами, определяются расстоянием между индиевым анодом и титановым катодом, геометрическими формами и размерами электродов. В свою очередь, от указанных параметров зависят потери напряжения на преодоление электролитического сопротивления раствора и сопротивления токопроводящих деталей электролизера. Кроме этого, в конструкции электродов должна быть предусмотрена возможность максимального сближения работающих поверхностей анода и катода и соблюдение равенства межэлектродного расстояния (МЭР) по всей поверхности электродов с достаточной точностью.

Падение напряжения электролизной ванны, связанное с сопротивлением электролита напрямую связано с расстоянием между катодом и анодом. Варьируя межэлектродное расстояние можно достичь оптимального напряжения, которое обеспечивало бы возможный минимальный удельный расход электроэнергии. С этой целью было исследовано влияние межэлектродного расстояния на основные технологические показатели электролиза: выход по току (ВТ) и расход электроэнергии на единицу продукции ($W_{уд.}$). Для определения эффективного межэлектродного расстояния в конструкции электролизера для рафинирования индия проведена серия экспериментов по изучению влияния межэлектродного расстояния и плотности тока на общее напряжение [11, 12].

Экспериментальная часть

Исследования проводили в прямоугольном электролизере из органического стекла (рисунок 1) с возможностью регулирования межэлектродного расстояния (l), которое варьировалось в интервале 0,8-2,3 см. Электролиз осуществлялся в гальваностатическом режиме в хлоридном электролите следующего состава: 0,5М $InCl_3$+2,0М NaCl (pH=1,3), при плотностях тока (i): 50 А/м^2, 100 А/м^2, 200А/см^2. Напряжение в электролизной ванне измеряли с помощью микровольтметра. В качестве анода применяли черновой индий марки Ин-2, катодом служила титановая пластина, площадь поверхности которой составляла 1см^2.

Перед каждым опытом поверхность катода полировали микронной шкуркой с последующим обезжириванием этиловым спиртом, промывали бидистилированной водой и сушили до постоянной массы. По окончании эксперимента электроосажденный индий тщательно промывали и сушили в эксикаторе в течении суток до постоянной массы. Массу осадка измеряли на аналитических весах с точностью 10^{-4} г.

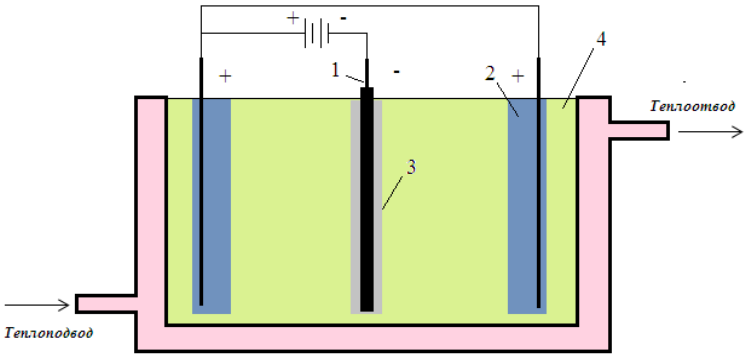


Рис. 1. Электролизная установка
1 – титановый катод, 2 – черновой индиевый анод, 3 – осажденный индий,
4 – электролит (0,5М $InCl_3$+2,0М NaCl)

Результаты и обсуждения

Для определения оптимального межэлектродного расстояния при проведении электрорафинирования индия необходимо учитывать изменение толщины индиевого анода. Влияние геометрической формы электрода в электролизной ячейке основано на Законе Ома для полной цепи [13, 14]:

$$I = \frac{U}{R} \tag{1}$$

где U – напряжение на клеммах электролизера, I - сила тока в цепи, R – общее сопротивление (электрохимической реакции, фазообразования и электролита). Сопротивление в системе определяется ее геометрическими и физическими параметрами и выражается следующим уравнением:

$$R = \frac{\rho}{ls}\ , \tag{2}$$

где ρ - удельное электрическое сопротивление электролита, l - межэлектродное расстояние, s - площадь поперечного сечения электродов.

Для определения изменения толщины анода в процессе электролиза проведен представленный ниже расчет:

$$\rho = \Delta m/V = \Delta m/S\cdot\Delta l; \tag{3}$$

$$\Delta l = \Delta m/S\cdot\rho;\ \ (S=1\text{см}^2) \tag{4}$$

где Δm – изменение массы анода, г; Δl – изменение толщины анода, см; S – площадь поперечного сечения анода, см^2; ρ – плотность индия, г/см^3.

Для i=50 А/м^2; ВТ=100%:

$$\Delta m = \frac{ItM}{Fz} = \frac{5\cdot 10^3 A\cdot 114{,}82\ \text{г/моль}}{96500\ \text{Кл/моль}\ \cdot 3} = 0{,}007\text{г}$$

$$\Delta l = \frac{m}{S\rho} = \frac{0{,}007}{1\ \text{см}^2\cdot 7{,}3\ \text{г/см}^3} = 9{,}6\cdot 10^{-3}\text{см}$$

При четырехкратном увеличении плотности тока (i=200 А/м^2) толщина анода уменьшается в четыре раза. Из-за малых изменений толщины анода влиянием этого фактора на межэлектродное расстояние можно пренебречь.

Были определены основные технологические показатели электролиза такие как, выход по току (ВТ), расход электроэнергии на единицу продукции (Wуд.) при варьировании расстояния между катодом и анодом при разных катодных плотностях тока.

Рассчитывался выход по току (ВТ) индия с использованием следующего уравнения [15]:

$$\text{ВТ} = \frac{(m_1 - m_0)\cdot 100\%}{\frac{ItM(In)}{zF}} \tag{5}$$

где m_0 – масса титанового катода до электролиза, m_1-масса катода после электролиза, I – сила тока, t – время, M(In) – молярная масса индия, z – число заряда, F – число Фарадея.

Расход электроэнергии определяли по уравнению:

$$W_{\text{уд}} = \frac{U\cdot 10^6}{a\cdot \text{ВТ}} \quad [\text{кВт·ч/т}] \tag{6}$$

где U – напряжение на клеммах электролизера; a – электрохимический эквивалент.

Из формулы (6) следует, что удельная электроэнергия тем ниже, чем меньше напряжение на электролизере и выше выход по току.

Используя вышеприведенные уравнения (5) и (6) были рассчитаны величины выхода металла по току для анодного и катодного процессов и удельный расход электроэнергии. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. **Основные технологические показатели электролиза при различных значениях плотности тока, межэлектродного расстояния и напряжения**

l, см	50 А/м^2				100 А/м^2				200 А/м^2			
	$ВТ_к$, %	$ВТ_а$, %	U, В	$W_{уд}$ кВт·час/т	$ВТ_к$, %	$ВТ_а$, %	U, В	$W_{уд}$ кВт·час/т	$ВТ_к$, %	$ВТ_а$, %	U, В	$W_{уд}$ кВт·час/т
0,8	79,82	74,23	0,03	26,31	83,33	106,44	0,06	50,41	92,08	92,08	0,12	95,05
1,3	89,63	103,64	0,05	39,06	85,43	85,43	0,10	86,06	94,53	93,48	0,19	140,73
1,8	96,64	99,44	0,06	43,47	84,73	87,53	0,13	112,39	95,58	85,78	0,26	194,13
2,3	79,83	105,04	0,07	61,40	89,63	87,53	0,15	120,31	96,13	96,98	0,33	244,02

Как видно из таблицы 1, наблюдаются высокие и не сильно отличающиеся значения выходов индия по току для катодного и анодного процессов при различных плотностях тока и межэлектродного расстояния, определенной зависимости их от варьируемых параметров не наблюдается. Удельный расход электроэнергии возрастает с увеличением плотности тока и расстояния между электродами.

Зависимость между расходом электроэнергии и межэлектродным расстоянием ($W_{уд.}$=f(l)) при различных плотностях тока имеет прямолинейный характер (рисунок 2).

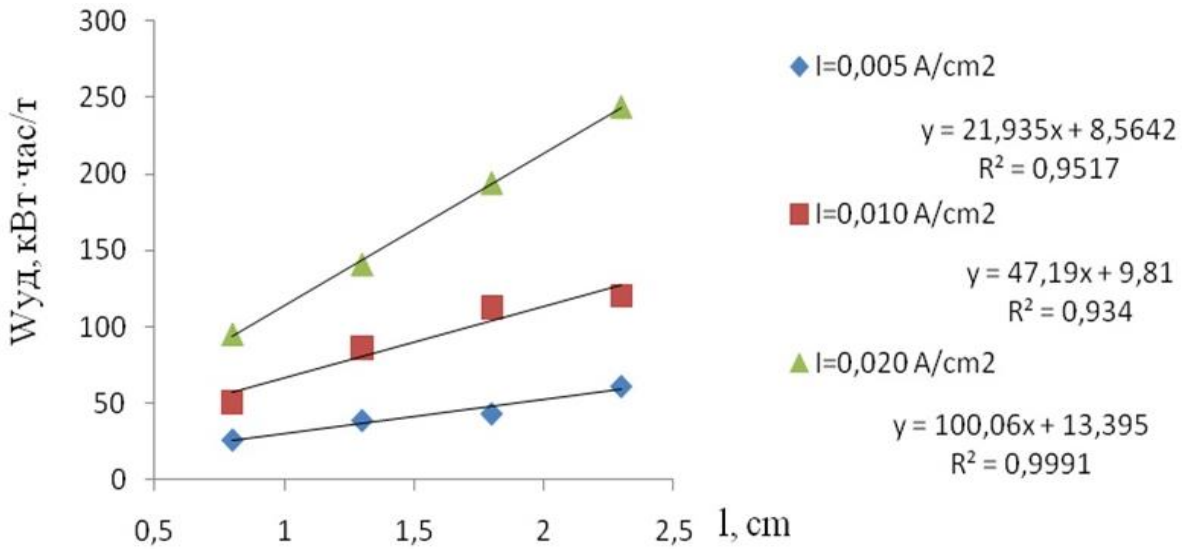


Рис. 2. Зависимость удельного расхода электроэнергии от межэлектродного расстояния при различных плотностях тока

С ростом плотности тока угол наклона линейной зависимости увеличивается. Следовательно, с увеличением плотности тока наблюдается усиление влияния межэлектродного расстояния на энергозатраты. При увеличении плотности тока от 0,005 А/см^2 до 0,020 А/см^2 угол наклона увеличивается от 21 до 100, соответственно. Для вывода уравнения зависимости расхода электроэнергии от межэлектродного расстояния и плотности тока проведен графический анализ рассчитанных технологических показателей электролиза (рисунки 3, 4).

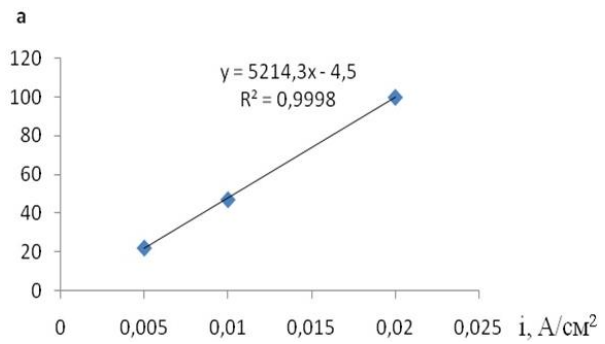


Рис.3. Зависимость угла наклона - $W_{уд}$ =f(l) от плотности тока

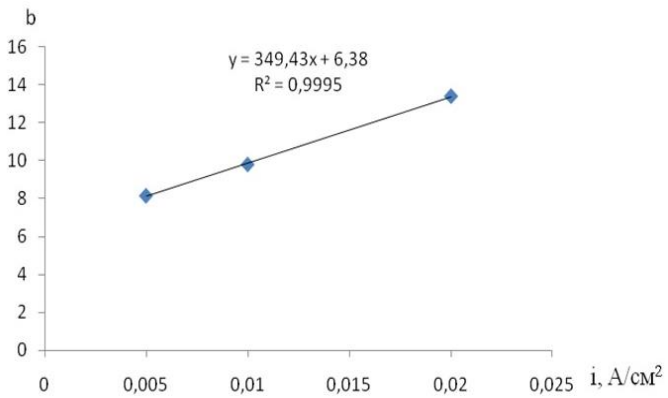


Рис.4. Зависимость свободного члена уравнения - $W_{уд}$ =f(l) от плотности тока

На основе полученных результатов выведено уравнение, характеризующее зависимость расхода электроэнергии от межэлектродного расстояния и плотности тока:

$$W_{уд.}=5214\cdot i\cdot l-4{,}5\cdot l+348\cdot i+6{,}43 \qquad (7)$$

где i – плотность тока, А/см^2; l – межэлектродное расстояние, см.

Исходя из этого, напряжение на клеммах электролизера может быть выражено следующим образом:

$$U=\frac{1{,}43\cdot BT\cdot(5214\cdot i\cdot l-4{,}5\cdot l+348\cdot i+6{,}43)}{10^5} \qquad (8)$$

Уравнения (7, 8) позволяют рассчитать теоретическое значение расхода электроэнергии (напряжения) при других значениях плотности тока и межэлектродного расстояния.

С целью определения правомерности полученных выражений проведена корреляция расчетных и экспериментальных значений расхода электроэнергии при определенных межэлектродных расстояниях и плотностях тока (рисунок 5).

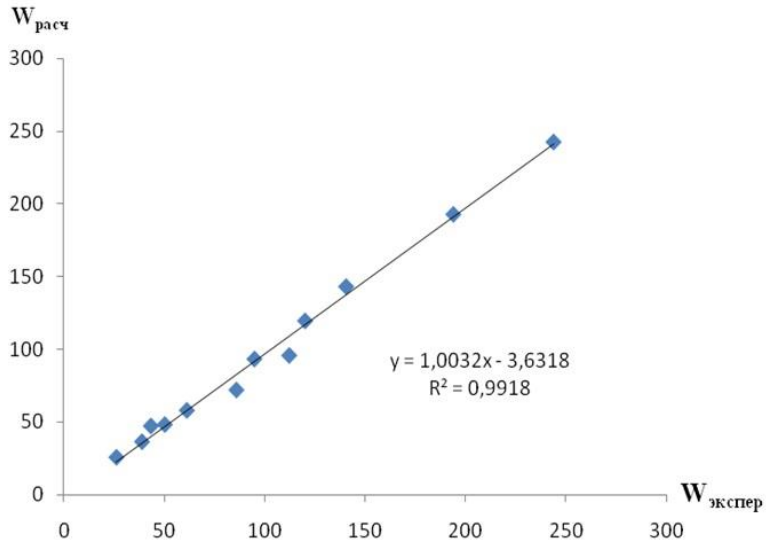


Рис.5. Расчетные и экспериментальные энергозатраты

Коэффициент корреляции между расчетными и экспериментальными значениями расхода электроэнерии практически равен единице, что позволяет использовать уравнение (7) для расчета энергозатрат при заданных условиях электролиза и оптимизировать этот процесс.

Заключение

Проведено электролитическое рафинирование индия при варьировании межэлектродного расстояния и плотности тока. Рассчитаны основные технологические показатели: выход индия по току для катодного и анодного процессов и удельный расход электроэнергии. Найдено, что оптимальная плотность тока составляет 50А/м^2, а межэлектродное расстояние – 1,8см.

Получено математитическое выражение для расчёта удельного расхода электроэнергии на основе зависимости выхода индия по току и энергозатрат от межэлектродного расстояния и плотности тока, позволяющее определять оптимальные условия электролиза.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Gamburg Y.D., Zangari G. Theory and Practice of Metal Electrodeposition New York: Springer, 2011. - 375 p.

[2] Казанбаев Л.А., Козлов П.А., Кубасов В.Л., Травкин В.Ф. Индий. Технологии получения. – М.: Издательский дом «Руда и Металлы», 2004. – 168 с.

[3] Колобов Г.А. Рафинирование галлия и индия /Г.А.Колобов, В.В.Павлов, Ю.В.Мосейко // Теория и практика металлургии. 2013. – №3-4 (92-93). – С.62-67.

[4] Chung Y.H., Lee C.W. Electrochemical behaviors of Indium // Journal of Electrochemical Science and Technology. - 2012. - Vol. 3, Is. 1. - P. 1-13.

[5] Вольдман Г.М., Зеликман А.Н. Теория гидрометаллургических процессов. – М.: Интермет Инжиниринг, 2003. — 464 с.

[6] Кольчурина И.Ю., Нохрина О.И., Руднева В.В., Федотов В.М. Основы гидрометаллургии. — Новокузнецк, 2008. — 226 с.

[7] Казанбаев Л.А., Козлов П.А., Кубасов В.Л., Загребин С.А. Электрохимическое рафинирование индия в тонких слоях хлоридных расплавов //Цветные металлы. – 2003. – No1. – С. 39-44.

[8] Rakhymbay G.S., Jumanova R.J., Burkitbaeva B.D., Argimbaeva A.M., Kurbatov A.P., Nauryzbaev M.K. Optimization of condition for electrochemical refining rough indium from chloride electrolytes //International Journal of Biology and Chemistry. – 2014. – Vol. 7, №1. – P. 27-32.

[9] Буркитбаева Б.Д., Аргимбаева А.М., Рахымбай Г.С., Бейсенова Г.С., Авчукир Х., Курбатов А.П., Наурызбаев М.К. Изучение электрохимического поведения индия на титановом электроде методом циклической вольтамперометрии // Химическия журнал Казахстана. – 2015. – №3 (51). – С. 34-41.

[10] Авчукир Х., Буркитбаева Б.Д., Рахымбай Г.С., Аргимбаева А.М., Наурызбаев М.К. Электроосаждение индия на титаное из хлоридных растворов // Мат.конф. «Теория и Практика Современных Электрохимических Производств». – СПб. – 2016. – №1. – С. 44.

[11] Козин В.Ф., Омельчук А.А. Кинетика и механизм образования ионов одновалентного индия в системе In^0 – $In_2(SO4)_3$ – In_2SO_4 //Цветная металлургия. – 2006. – № 2. – С. 45-50.

[12] Казанбаев Л.А., Гейхман В.В., Козлов П.А., Марченко А.К. Электрохимическое рафинирование индия в расплавах хлоридных солей //Цветные металлы. – 2000. – No 5. – С. 46-49.

[13] Allen J. Bard, Larry R.Faulkner. Electrochemical methods: fundamentals and applications. – 2 nd ed., 2000. – 814 p.

[14] Миомандр Ф. Электрохимия. – М:Техносфера, 2008. – 360 с.

[15] Луганов В.А., Байконурова А.О. и др. Теоретические основы гидрометаллургических процессов. Экстракционные и ионообменные процессы. - Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2004. - 104 с.

Бейсенова Г.С., Буркитбаева Б.Д., Аргимбаева А.М., Рахымбай Г.С.

Қаралашты индийді электрорафинирлеудің технологиялық көрсеткіштерін оңтайландыру

Түйіндеме. Бұл жұмыста қаралашты индийді электрохимиялық рафинирлеу үрдісінің негізгі көрсеткіштері металдың тоқ бойынша шығымы мен электрэнергиясы шығымы электрод арасындағы қашықтық пен тоқ тығыздығына тәуелділігі анықталды. Электрэнергиясының меншікті шығымының математикалық өргнегі анықталды. Бұл өрнек тоқ тығыздығы мен электродтар арасындағы қашықтықтың әртүрлі мәндеріндегі электрэнергиясының шығымын табуға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: индий, тоқ бойынша шығым, электроэнергия шығымы, электролиттік рафинирлеу, электролиз.

Beisenova G.S., Burkitbayeva B.D., Argimbayev A.M., Rahymbai G.S.

Optimization of technological indicators of electrorefining of rough Indium

Summary. In this paper, the dependence of the technological characteristics of electrochemical refining of rough indium as a current yield and electric power consumption is determined by the inter-electrode distance and the current density. The mathematical expression of electric power consumption is determined, which makes it possible to calculate the theoretical value of electricity consumption (voltage) for other values of current density and inter-electrode distance.

Key words: indium, current yield, electricity consumption, electrolytic refining, electrolysis.

УДК 661.183.665

K. Syrmanova, A. Kovaleva, Zh. Kaldybekova, B. Beloborodov
(M. Auezov South Kazakhstan State University,
Shymkent, Kazakhstan)

CHEMICAL ACTIVATION OF VERMICULITE SORBENT

Abstract. The article is devoted to the research of one of the most effective chemical methods for modifying the surface of vermiculite and regulating the porosity of synthetic sorbents is intercalation. Intercalation of vermiculite by organic molecules is associated with the expansion (swelling) of the structure in a direction vertical to the layers. The intensity and speed of swelling depends on the length of the molecules of the intercalator, their location in the interlayer space, concentration and reaction time. Intercalation was carried out by organic molecules - octadecylamine. The experiments carried out showed that octadecylamine does not cover the surface of vermiculite homogeneously in the form of a nanolayer, but it forms numerous network channels of different widths. The shapes and positions of the ODA lines on the surface can affect the different distribution of electric charge on the surface of the vermiculite and the surface corrugation in the nano-scale.

Keywords:vermiculite, chemical activation, intercalation, adsorbent, structure, chemical analysis.

К.К.Сырманова, А.Е.Ковалева, Ж.Б.Калдыбекова, Б.Е.Белобородов
(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан,
anastasiya2301@mail.ru)

ХИМИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ ВЕРМИКУЛИТОВОГО СОРБЕНТА

Аннотация.Статья посвящена изучению одного из наиболее эффективных химических методов модифицирования поверхности вермикулитового сорбента и регулирования его пористости – интеркаляции. Интеркаляция вермикулита органическими молекулами связана с расширением структуры в направлении, вертикальном к слоям. Интенсивность и скорость вспучивания зависит от длины молекул интеркалятора, их расположения в межслоевом пространстве, концентрации и времени реакции. Интеркаляция проводилась органическими молекулами – октадециламином. Проведенные эксперименты показали, что октадециламин не покрывает поверхность вермикулита гомогенно в виде нанослоя, но он образует многочисленные сети каналов различной ширины. Формы и положения линий октадециламина могут влиять на распределение электрического заряда на поверхности вермикулита ирифление внано масштабе.

Ключевые слова:вермикулит, химическая активация, интеркаляция, адсорбент, структура, химический анализ.

Казахстан обладает значительными запасами одного из перспективных адсорбентов, который может широко применяться в химической промышленности - вермикулита.

Вермикулит является вторичным минералом, образовавшимся в результате обменных реакций, процессов гидратации и других изменений магнезиально-железистых слюд (биотита, флогопита). Помимо химически-связанной воды(кристаллизационной, конституционной) вермикулитизированные слюды содержат некоторое количество цеолитной воды (в виде твердого раствора) и в значительных количествах воду, адсорбированную поверхностями чешуек[1].

Межслоевые и межпакетные промежутки структуры вермикулита можно рассматривать как пластинчатые микропоры с размерами 0,3 – 1,2 нм. Емкость катионного обмена вермикулита находится в пределах 100-150 м-экв/100 г, то есть из глинистых минералов он один из самих обменоспособных [2].

Перед применением вермикулита в качестве адсорбента его очищают и подвергают вспучиванию. Применение очистки обусловлено необходимостью извлечения органической составляющей, карбонатов и гидроксидов, присутствие которых значительно ухудшает характеристики сорбента. Методом промывки удаляется избыточное содержание солей и мелкие примеси.

Одним из наиболее распространенных способов вспучивания вермикулита является расширение при воздействии на природный минерал повышенных температур. Отслаивание предполагает превращение плотных чешуек руды в пористые структуры. Вспученная форма вермикулита является более активной химически [3].

Степень вспучивания вермикулита, кроме прочих факторов, также определяется размером его частиц и скоростью нагрева [4]. Вспучиваемость вермикулита существенно зависит от температуры обжига. В промышленных условиях для получения вермикулита с наибольшим коэффициентом вспучивания обжиг вермикулитового концентрата осуществляется при достаточно высоких температурах (в пределах 700-900°С). При температурах ниже 300-400°С вспучивание природного вермикулита практически не происходит. Однако для производства некоторых видов специальных материалов необходимо, чтобы для обеспечения их самоуплотнения при воздействии температуры вермикулит начинал вспучиваться при сравнительно низких температурах – ниже 400°С. На степень и температуру вспучиваемости вермикулита оказывают влияние ряд факторов, такие как, присутствие в структуре воды, наличие ионов калия, соотношение в составе закисного и окисного железа, оптические свойства. На этих факторах основаны косвенные методы оценки вспучиваемости вермикулита [5-7].

Альтернативным способом расслаивания вермикулита является его обработка веществами, которые при разложении образуют газообразные продукты. Авторами [8] выявлено расслаивание вермикулита при обработке его перекисью водорода по причине выделения кислорода при разложении. Также известны методы вспучивания вермикулита при обработке его мочевиной.

На рисунке 1 представлены данные по распределению пор не вспученного (a) и вспученного (b) вермикулита месторождения Кулантау.

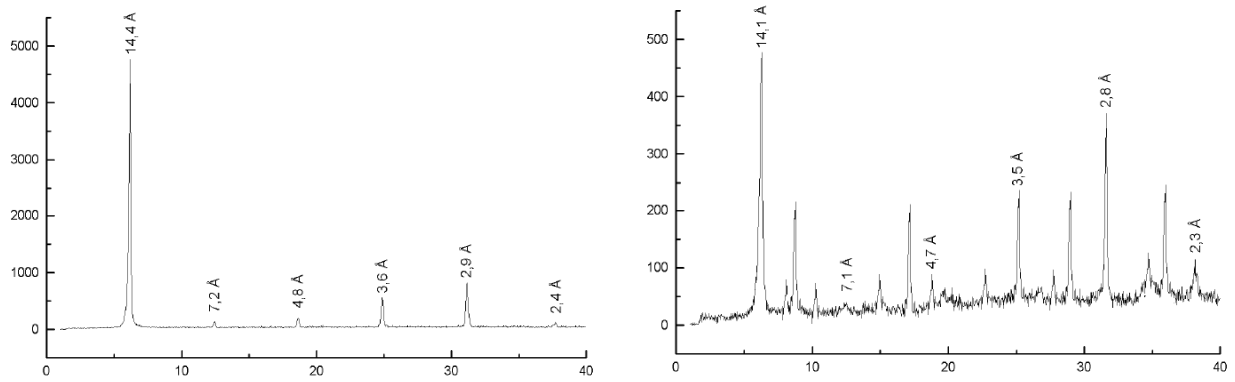


Рис.1. Дифрактограммыневспученного и вспученного вермикулита.

На рисунке 1 видно, что вспученный вермикулит имеет пористую структуру, состоящую из мезопор и макропор. Наличие пор с эффективным диаметром менее 135 нм не было установлено.

Изученные образцы вермикулита Кулантауского месторождения продемонстрировали следующие физические характеристики (таблица 1).

Таблица 1. **Физические характеристики изученных образцов вермикулита Кулантауского месторождения**

№	Показатель	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3
1	БЭТ площадь удельной поверхности, $м^2/г$	3,9635±0,0112	3,9635±0,0112	3,9635±0,0112
2	Объем пор, $см^3/г$	0,017253	0,017253	0,017253
3	БЭТ размер пор, нм	133,638	133,638	133,638
4	Пористость	79,97	79,97	79,97
5	Влажность, %	6,2	9,0	3,7
6	Степень гидратации ,%	65	65	65
7	Объемный вес, $кг/м^3$	178	200	130
8	Содержание вермикулита, %	30	35	35

Вермикулит максимально вспучивается при очень быстром нагревании его пластинок до высоких температур. При вспучивании вермикулита получается легкий пористый материал, применяемый в строительстве для тепло-, звукоизоляции. Причину его расслаивания в направлении,

перпендикулярном плоскости спайности, объясняют мгновенным удалением паров воды из межслоевой области. При очень быстром введении вермикулита в нагретую до высоких температур печь происходит мгновенное энергичное парообразование, и пары, не успевая вырваться наружу, оказывают сильное давление на силикатные слои, между которыми находилась вода, вследствие чего происходит вспучивание [9].

Согласно литературным источникам [10], рекомендуется, использовать активированный вермикулит, т.к. при активации происходит растворение значительной части оксидов магния, железа, алюминия, и за этот счет содержание SiO_2 в образцах увеличивается, что влечет повышение поглотительной способности.

В настоящее время существует ряд эффективных методов химического и геометрического модифицирования поверхности и регулирования пористости синтетических сорбентов. Одним из перспективных методов модификации адсорбентов является интеркаляция.

Многие явления, такие как адсорбция катионов, десорбция и интеркаляция значительно зависят от физического и химического поведения минеральных поверхностей. Для того, чтобы понять это поведение, знание структуры и микротопографии минеральных поверхностей особенно важно. Впервые проведены исследования по модификации вермикулита Кулантауского месторождения первичными алифатическими аминами (октадециламин – $C_{18}H_{39}N$).

Интеркаляция вермикулита органическими молекулами связана с расширением (вспучиванием) структуры в направлении, вертикальном к слоям. Интенсивность и скорость вспучивания зависит от длины молекул интеркалятора, их расположения в межслоевом пространстве, концентрации и времени реакции.

Интеркаляция проводилась органическими молекулами – октадециламином. Процесс проводился методом низкотемпературного нагревания при 80°С в течение 12, 24 и 36 ч. Молярное отношение вермикулита к органическим молекулам равнялось 1:6.

Как показано на рисунке 2, сравнение дифракторграмм свидетельствует об изменениях в значениях межслоевых расстояний и том, что скорость модификации структуры зависит от времени контакта с амином. По данным автора [11], на степень расширения структуры влияет также длина молекулы амина – с увеличением числа углеродных атомов в цепи межслоевые расстояния увеличиваются.

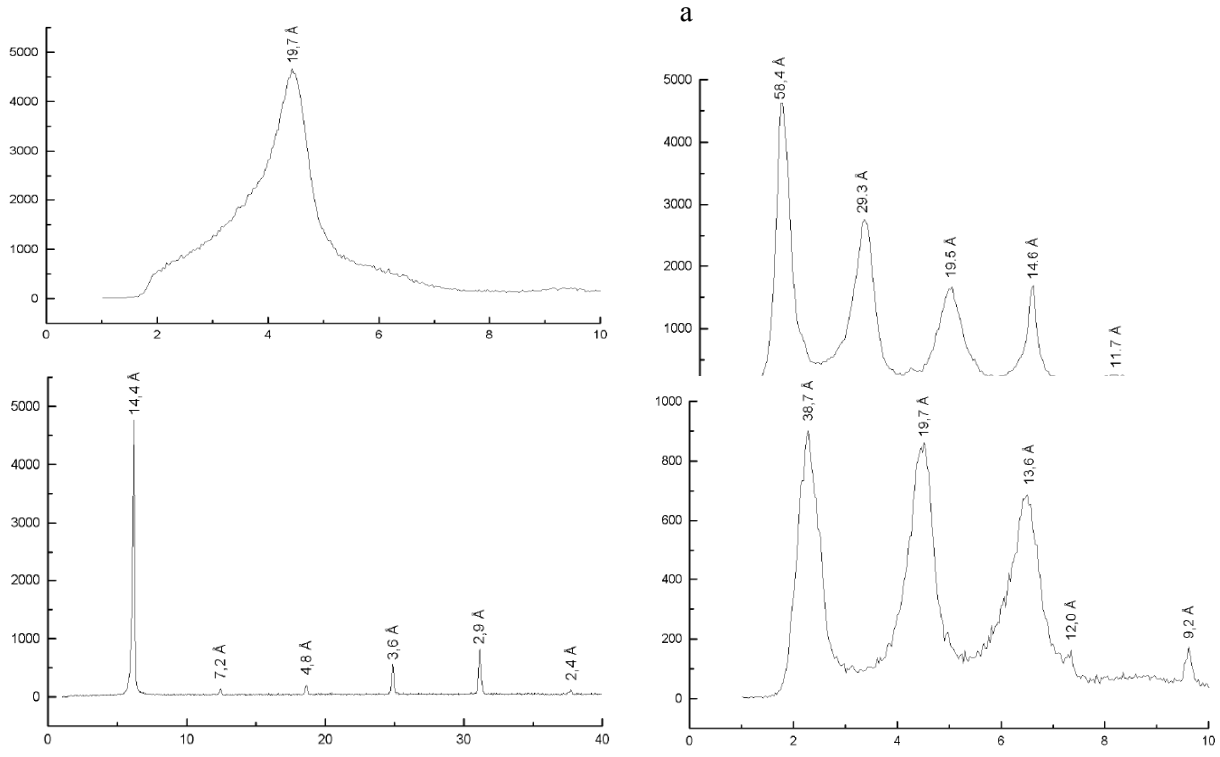


Рис.2. Дифракторгаммы вермикулита до и после обработки октадециламином

Наилучшие результаты по интеркаляции с октадециламином были получены при нагревании октадециламина с вермикулитом в течение 24 часов (рисунок 2c). На рисунке 2a приведена дифрактограмманевспученного вермикулита. На рисунке 2b – дифрактограммаинтеркаляции при продолжительности процесса 12, а на 2d – 36 ч.

Рентгеновская дифрактометрия (XRD) всех интеркалированных образцов продемонстрировала значительные изменения по сравнению с необработанными образцами вермикулита. Поверхность вермикулита после интеркаляции наблюдалась с использование атомно-силовой микроскопии. При этом, были определены нанослои цепей органических молекул, образованные в процессе интеркаляции. Слой не покрывает поверхность вермикулита полностью и равномерно, а создает нерегулярную сеть цепей различной ширины. На ее форму и положение влияет распределение электрического заряда на поверхности, либо поверхностные изменения, вызванные частичной дегидратацией Mg^{2+} при температуре 80°C.

Таблица 2. **Показатели интеркаляции вермикулита**

№ теста	Адсорбент	Интеркалятор	Время нагревания, ч	Молярное отношение
1	Кулантауский вермикулит	$CH_3(CH_2)_{17}NH_2$	12	1:6
2		$CH_3(CH_2)_{17}NH_2$	24	1:6
3		$CH_3(CH_2)_{17}NH_2$	36	1:6

В таблице 2 представлены исходные показатели интеркаляции вермикулита. Проведенные эксперименты показали, что октадециламин не покрывает поверхность вермикулита гомогенно в виде нанослоя, но он образует многочисленные сети каналов различной ширины. Формы и положения линий ОДА на поверхности могут влиять на различное распределение электрического заряда на поверхности вермикулита и рифление поверхности в нано-масштаба. Частичная дегидратация вермикулита происходит даже при низкой температуре 80°C и сопровождается не только частичным разрушением межслоевой структуры, когда величина межслоевого расстояния понижается от 14,35 до 13,8 Å, но и необратимым рифлением поверхности.

Установлено, что привитые цепочки ОДА создают не только однородные нанослои на поверхности, но также каналы с разной шириной. Предполагается, что наличие каналов с различными формами и позициями обусловлено наномасштабным гофрированием поверхности и нерегулярным распределением электрического заряда на поверхности. Если поверхность вермикулита не включает множество чешуек, он может быть покрыт октадециламином гомогенно.

ЛИТЕРАТУРА

[1]Syrmanova K.K., Suleimenova M.T., Sarypbekova N.K., Botabaev N.E., Kaldybekova J.B.Research of porization and adsorption in high-porous adsorptive layers of vermiculite // Oriental Journal of Chemistry (ISSN: 0970-020X, Индия). – 2016. – Vol. 32. - №3,- P.1319-1328.

[2]Сырманова К.К. Вермикулитсодержащие адсорбенты / Сырманова К.К., Калдыбекова Ж. Б., Ботабаев Н.Е.// Вопросы современной науки: коллект. Науч. монография; [под ред. Н.Р.Красовской]. – М.: Изд. Интернаука, 2016. - 186 с.

[3]Malis J., Kristkova M. Structure of vermiculite modified by organic molecules //Acta Geodyn. Geomater.-2005.-Vol.2. - №.2. -nP.105-111.

[4]Батталова Ш.Б. Физико-химический и каталитические свойства вермикулита. – Алма-ата: Наука, Библиогр.: 300 назв., 1982. – 148 с.

[5] Сырманова К.К., Негим Э.С., Калдыбекова Ж.Б., Ботабаев Н.Е.Формирование сорбента с развитой пористостью на основе кулантауского вермикулита// Труды международной научно-практической конференции «Развитие наук, образования и культуры независимого Казахстана в условиях глобальных вызовов современности», посвященной 70-летию ЮКГУ им.М.Ауэзова. - Шымкент,2013. – С. 59-61.

[6] Методы исследования в технической адсорбции / Под ред. Н. С. Торочешникова, Н. В. Кельцева. - М. :Техиздат,2001. - 166 с.

[7] Gregg, S.J. and K.S.W. Sing, Adsorption, Surface Area and Porosity. - Academic Press, New York, 2002. – 125 p.

[8] DeAraujoMedeiros,M.,deOliveira,D.L.,Sansiviero,M.T.C.,Araujo,M.H.,Lago,R.M.,Use of the glycerol by-product of biodiesel to modify the surface ofexpandedvermiculite to produce an efficient oil absorbent. J. Chem. Technol. Biotechnol. 85,2010. – P. 447–452.

[9] Martynkova G.S., Valaskova M., Capkova P., Matejka V. Structural ordering of organovermiculite: experiments and modeling.JournalofColloidandInterfaceScience313(1), 2007. – 313 p.

[10]Производствоиприменениевермикулита. Под.ред. Н.А.Попова, М., 1974. – 96 с.

[11] Крашенинников О.Н., Бастрыгина С.В., Журбенко А.Д. Способ получения вермикулита с пониженной температурой вспучивания. ВестникМСТУ. -М., 2009. – С. 19-22.

Сырманова К.К., Ковалева А.Е., Калдыбекова Ж.Б., Белобородов Б.Е.

Вермикулиттік сорбентің химиялық активациясы

Резюме. Мақала вермикулитті сорбенттің жазықтығын модифицирлеудің әлдеқайда тиімді химиялық әдісіне және оның кеуектілігін реттеуге – интеркаляцияға арналған. Вермикулитті органикалық молекулалармен интеркаляциялау қабатқа вертикалды бағыттағы құрылысын кеңейтумен байланысқан.Ісіндірудің белсенділігі мен жылдамдығы интеркалятордың молекула ұзындығына, қабат аралығындағы кеңістікте орналасуымен, раекцияның концентрациясы және уақытына байланысты. Интеркаляция органикалық молекулалармен октадециламинмен жүргізілді. Жүргізілген тәжірибелер келесіні көрсетті, октадециламин вермикулит жазықтығын гомогенді түрде наноқабат түрінде жаппайды, бірақ ол каналдардың түрлі енімен көпсанды жүйелер түзеді. Октадециламин сызығының формасы мен орналасуы вермикулит жазықтығында электрлі зарядтың таралуына және масштабта нано түрінде рифленуге әсер етуі мүмкін.

Кілтті сөздер: вермикулит, химиялық активация, интеркаляция, адсорбент, құрылысы, химиялық анализ.

Syrmanova K., Kovaleva A., Kaldybekova Zh., Beloborodov B.

Chemical activation of vermiculite sorbent

Резюме. The article is devoted to the research of one of the most effective chemical methods for modifying the surface of vermiculite and regulating the porosity of synthetic sorbents is intercalation. Intercalation of vermiculite by organic molecules is associated with the expansion (swelling) of the structure in a direction vertical to the layers. The intensity and speed of swelling depends on the length of the molecules of the intercalator, their location in the interlayer space, concentration and reaction time. Intercalation was carried out by organic molecules - octadecylamine. The experiments carried out showed that octadecylamine does not cover the surface of vermiculite homogeneously in the form of a nanolayer, but it forms numerous network channels of different widths. The shapes and positions of the ODA lines on the surface can affect the different distribution of electric charge on the surface of the vermiculite and the surface corrugation in the nano-scale.

Key words: vermiculite, chemical activation, intercalation, adsorbent, structure, chemical analysis.

УДК 666.942

T.M. Hudiakova, S.K. Kurbanyazov, I.O. Aimbetova,
A.S.Kolesnikov, B.S. Abjalov A. Sh.Ibadullaeva

DEVELOPMENT OF NEW TECHNOLOGIES FOR MANUFACTURE OF HIGH-BENDING SPECIES OF CEMENT BASED ON DOLOMITE ROCKS

Abstract. Survey researches of mineral raw materials - dolomitic knitting, received from eliminations of breeds of Yana - the Kurgan field of dolomite are presented in article. As a result of the conducted experienced researches the optimum specific surface area and fineness of grinding of the activated magnesian knitting is established: the specific surface area is in limits 2900-3000 2g, and fineness of grinding corresponds to quantity of remains on a bolter No. 02-4,5%, on a bolter №008-23%. On studying of chips is established that products of hydration of dolomitic knitting are evenly distributed on the surface of grains of filler, signs of chemical accretion between products and grains of dolomite and lime carbonate are absent [4].

Key words: binders, magnesia raw materials, dolomite, bischofite, minerals, aggregate

Т.М.Худякова[1], С.К.Курбаниязов.[2], И.О.Аймбетова[2], А.С.Колесников[1], Б.С.Абжалов.[2], А.Ш. Ибадуллаева

(Южно -Казахстанский государственный университет имени Ауэзова[1], Международный казахско- турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави[2]). *E-mail: saken_geo@mail.ru

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОВЯЖУЩИХ ВИДОВ ЦЕМЕНТА НА ОСНОВЕ ДОЛОМИТОВЫХ ПОРОД

Аннотация. В статье представлены обзорные исследования минерального сырья - доломитовое вяжущее, полученное из отсевов пород Яны - Курганского месторождения доломитов.В результате проведенных опытных исследований установлена оптимальная удельная поверхность и тонкость помола активированного магнезиального вяжущего: удельная поверхность находится в пределах 2900-3000см2/г, а тонкость помола соответствует количеству останка на сите № 02-4,5%, на сите №008-23%.При изучении сколов установлено, что продукты гидратации доломитового вяжущего равномерно распределены по поверхности зерен заполнителя, признаки химического срастания между продуктами и зернами доломита и карбоната кальция отсутствуют[4].

Ключевые слова: вяжущие вещества, магнезиальное сырье, доломит, бишофит, минералы, заполнитель

В последнее время в строительной индустрии активно повышается интерес к магнезиальным материалам, которые характеризуются высокими эксплуатационными характеристиками, специальными свойствами и приемлемой себестоимостью. Но качественные магнезиальные материалы можно получить только при использовании специального вяжущего строительного назначения, со свойствами, отвечающими требованиям технических условий. В качестве сырья для производства магнезиального вяжущего используют различные высокомагнезиальные породы: магнезит, брусит и доломит. В связи с недостаточной изученностью взаимодействия продуктов гидратации доломитового вяжущего с различными заполнителями исследования в этой области представляет особый интерес. Контактная зона на границе раздела между заполнителем продуктами гидратации вяжущего может различаться в зависимости от поверхностной энергии вещества, pH поверхности используемых заполнителей и условий образования контактов.Установлена оптимальная удельная поверхность и тонкость помола активированного магнезиального вяжущего: удельная поверхность находится в пределах 2900-3000см2/г, а тонкость помола соответствует количеству останка на сите № 02-4,5%, на сите №008-23%.

Цель данной работы – исследовать особенности взаимодействия продуктов гидратации доломитового вяжущего с заполнителями различного происхождения. Для этого необходимо:

- изучить влияние различных заполнителей на прочностные характеристики мелкозернистых бетонов на доломитовом вяжущем;
- исследовать особеносcти контактной зоны продуктов гидратации с поверхностью заполнителей разного происхождения и качества;

Выявить характер взаимодействия продуктов гидратации доломитового вяжущего с заполнителями.

Для исследования использовали доломитовое вяжущее, полученное из отсевов пород Яны - Курганского месторождения доломитов по ранее разработанной технологии.

Яны-Курганское месторождение доломитов расположено в 180км от Кызылорды, на правом берегу Сырдарьи. Магнезиальное сырье в работе представлено доломитовым щебнем, размеры которого варьируются от 5-25мм до 25-60мм.

Горно-технические условия эксплуатации благоприятны для обработки залежей открытым способом. В таблице 1 представлен химический состав исследуемого доломита.

Таблица 1. **Химический состав доломита**

Содержание в%									
MgO	CaO	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	Na2O	K2O	P2O3	п.п.п
30,43	16,72	7,11	1,47	0,76	0,06	0,57	0,27	0,01	42,44

Бишофит представляет собой бесцветные кристаллы хорошо растворимые в воде. Химическая формула: $MgCl_2*6H_2O$. Плотность 2,316г/см3, температура плавления – 7130С, температура кипения – 14120С.

Основное вещество, входящее в состав бишофита – хлорид магния. Кроме этого в нем содержится около 70 элементов: натрий, бром, бор, калий, кальций, железо, медь и др. Состав бишофита г/дм3: хлорид магния – 415-460; бромид магния – 4-9; сульфат кальция - до 1; хлорид кальция до 4; гидрокарбонат кальция до 0,5; хлорид калия до 5; хлорид натрия до 5; микроэлементы,бром, бор, йод, медь, железо и др.

Месторождения бишофита отличаются по составу: некоторые из них – это солеродные бассейны, где бишофит находится в смеси с различными минералами.

Кристаллы бишофита встречаются очень редко, в основном же он образует белые или бесцветные зернистые, волокнистые, листоватые агрегаты, горько-соленые на вкус.

Особыми свойствами бишофита является то, что он не токсичен, пожаро-и взрывобезопасен.

Результаты дифференциально-термического анализа доломита показали наличие двух эндоэффектов с максимумами при температуре 770 и 9000С. Эндоэффекты при температуре при 7700С соответствует диссоциации $MgCO_3$, т.к. в доломите в начале диссоциирует углекислый магний: $CaMg(CO_3)_2=MgO + CO_2 + CaCO_3$; затем с повышением температуры до 9000С диссоциирует карбонат кальция: $CaCO_3= CaO+CO_2$.

Пониженная температура первой реакции объясняется меньшим ионным радиусом Mg^{2+} (0,74А) в сравнении с Ca^{2+} (1,04А). Ион магния сильнее деформирует ион кислорода притягивая O^{2+}, что способствует разложению аниона на CO_2 и O^{2+}. Поэтому анионы CO_3^{2+}, окруженные сильно поляризующими, меньшими по размерам ионами магния, распадаются первыми и только повышение температуры до 890 0С вызовет полную диссоциацию известняковой части доломита[1].

Доломит Яны-Курганского месторождения был измельчен в лабораторных условиях в железной ступке до размеров щебня 7-15мм и приведен к одному гранулометрическому составу.

Фракционирование щебня позволяет уменьшить интервал при выборе температур обжига, улучшить аэродинамический режим работы печи. При использовании нефракционированного сырья мелкие частицы доломита будут прогреваться быстрее, в них пойдет ракция разложения карбоната магния, кристаллы MgO будут подвергаться пережогу и укрепняться. За счет перегрева мелких зерен кальцита в доломите начнется реакция разложения карбоната кальция, в то время как исходные куски доломита крупного размера будут недостаточно прогреты и в них еще не пройдет реакция разложения магнезита по всему объему[2].

Обжигался доломит в муфельной печи марки СНОЛ 7,2/1300 при температуре 7800С. Скорость нагрева печи 8-10 град/мин. В результате чего мы получили каустический доломит.

Выдержка при максимальной температуре меньшей фракции доломита составила 1 час, крупной – 2часа. Обоженный доломит подвергался рентгенофазовому анализу. Полученный каустический доломит подвергался помолу в шаровой мельнице Мл-1 до остатка на сите №008 10%.

Известно, что тонкость помола является важной характеристикой и должна быть контролируемой. Недостаточный помол и присутствие крупных частиц могут вызвать появление трещин в изделиях, и т.к. крупные частицы гидратироваться с увеличением объема в более поздние сроки внутри сформировавшегося камня. Тонкость помола влияет на густоту вяжущего, сроки схватывания и механическую прочность. Тонко молотое вяжущее способствует активизации пережога[3].

Установлена оптимальная удельная поверхность и тонкость помола активированного магнезиального вяжущего: удельная поверхность находится в пределах 2900-3000см2/г, а тонкость помола соответствует количеству останка на сите № 02-4,5%, на сите №008-23%.

Полученный порошок каустического доломита затворился раствором технического бишофита с плотностью 1,24 г/см3. Для изучения минерального состава и структуры затвердевшего магнезиального камня был выполнен рентгенофазовый и электронно-микроскопический анализы.

Полученный порошок каустического доломита затворялся раствором технического бишофита с плотностью 1,24г/см3.

Для исследования физико-механических свойств магнезиального цемента изготовлялись образцы размером 2х2х2см из теста нормальной густоты в соответствии с требованиями ГОСТ 1216-87 «Порошки магнезитовые каустические». Твердение проводили на воздухе при температуре 20±50С и относительной влажности 65 ±3%, и после твердения в воздушной среде в возрасте 3,7,28

суток определяли предел прочности образцов при сжатии.

Характеристика сырьевых материалов и методы исследования.

В последнее время в строительной индустрии активно повышается интерес к магнезиальным материалам, которые характеризуются высокими эксплуатационными характеристиками, специальными свойствами и приемлемой себестоимостью. Но качественные магнезиальные материалы можно получить только при использовании специального вяжущего строительного назначения, со свойствами, отвечающими требованиям технических условий.

В качестве сырья для производства магнезиального вяжущего используют различные высокомагнезиальные породы: магнезит, брусит и доломит. Наиболее качественное вяжущее строительного назначения можно получить при обжиге брусита. Порода содержит наибольшее количество оксида магния, является наиболее экологически чистым сырьем, так как при её разложении выделяется вода, в отличие от углекислого газа при разложении магнезита и доломита.

Брусит - минерал, гидроксид магния с формулой $Mg(OH)_2$. Назван по имени американского минеролога Арчибальда бруса (1777-1818 гг.). Химический состав: MgO - 69%, H_2O - 31%. В качестве изоморфных примесей иногда присутствуют Fe (ферробрусит) или Mn (манганобрусит). Брусит возникает за счет горячих и холодных вод в щелочной среде как вторичного образование по магнезиальным силикатам. Продукт изменения периклаза в зоне контактового метаморфизма известняков. Встречается в трещинах серпентинитов[5].

Промышленные месторождения брусита известны в штате Невада (США) вблизи г. Габбе и в Хабаровском крае (Кульдурское). Кульдурское месторождение брусита расположено в районе Известковый Облучиенского района Еврейской автономной области, в 170 км от г. Хабаровск. Месторождение осваивается с 1969 года, разведанные запасы составляют 14млн. тонн. Кроме того, он известен на Урале, в Сибири и на Кавказе в серцентинизированных массивах[7].

Помимо собственно бруситовых пород для получения магнезиальных продуктов используются бруситоные мраморы, месторождения этих пород разрабатываются в Канаде Содержание брусита в породе составляет до 30%,остальное - кальцит, доломит, форстерит. При технологической переработке пород получают сухую гашеную известь и гранулированную магнезию с содержанием MgO 94-96%. В России также известны месторождения бруситовых мраморов - в Западной и Восточной Сибири. Проведенные технологические исследования показали возможность их переработки с получением магнезиальных продуктов, однако, схема переработки довольно сложная и это сдерживает применение[8].

Магнезит, минерал из класса карбонатов, группы кальцита, состав $MgCO_3$. Называние от области Магнесия(Фессалия, Греция), где был впервые обнаружен.

Изучение особенностей взаимодействия продуктов гидратации доломитового вяжущего с заполнителями различного происхождения.

Известно, одним из наиболее уязвимых мест в бетонах, в том числе мелкозернистых, является зона контакта между продуктами гидратации вяжущего и заполнителями. Качество этой зоны предопределяет итоговую прочность и долговечность бетонов. При выборе заполнителей необходимо учитывать способность продуктов гидратации вяжущего взаимодействовать с заполнителями и характер данного взаимодействия. От этого будут зависеть многие физико-механические характеристики получаемых бетонов, а доступность заполнителя окажет влияние на их стоимость[6].

В связи с недостаточной изученностью взаимодействия продуктов гидратации доломитового вяжущего с различными заполнителями исследования в этой области представляет особый интерес. Контактная зона на границе раздела между заполнителем продуктами гидратации вяжущего может различаться в зависимости от поверхностной энергии вещества, pH поверхности используемых заполнителей и условий образования контактов.

Роль заполнителей выполняли карбонатные и кварцовые породы как наиболее распространенное сырье, а также микросферы - химический состав, %; SiO_2 – 52,2; Al_2O_3 – 23,5; Fe_2O_3 – 1,2; CaO – 0,1; MgO – 1,0; K_2O – 0,3; TiO_2 – 0,6; Na_2O – 0,3.

Карбонатная порода представлена отходами обогащения полиметаллических руд АО «Агполиметалл», «хвосты» фракции 0,63 – 1,25 мм. Основными минералами, входящиии в состав «хвостов» являются: доломит 50-60%; известняк 10 – 15%; барит 10 – 20%; глинистые вещества 5 – 8%; рудные минералы 2 – 3%. Рудные минералы представлены сульфадами железа, свинца и редких металлов.

Кварцевые породы представлены песком Фоголевского месторождения фракции 0,63 - 1,25 мм с допустимым содержанием вредных примесей по ГОСТ 8736-93 «Песок для строительных

работ. Технические условия» и микросфера.

Основные характеристики поверхности зерен заполнителей представлены в таблице 1.

Продуктами гидратации доломитового вяжущего, как и всех магнезиальгых вяжущих (из магнезита и брусита) являются оксигидрохлориды (ОГХ): пентаоксигидрохлорид (5ОГХ) 5MgO*MgCl2*13H2O и триоксигидрохлорид (3ОГХ) 3MgO*MgCl2*11H2O.

Для получения камня доломитового вяжущего, ссостоящего из (5ОГХ) и (3ОГХ) и изучения особенностей взаимодействия продуктов гидратации вяжущего с различными заполнителями было приготовлено три состава смесей с отношением вяжущее/заполнитель ½ . В качестве затворителя использовали водный раствор бишофита плотностью 1,25 г/см3. Отношение вяжущее/затворитель составило 1/0,47. Из полученных смесей формовали образцы размером 2х2х2х см., которые твердели 28 суток в нормальных условиях, после чего определяли предел прочности при сжатии по ГОСТ 310,4. Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии.

Для изучения контактной зоны между продуктами гидратации и заполнителями отдельно готовились образцы – сколы для оценки структуры полученного камня и контактной зоны образцов с помощью растрового микроскопа JSM-6490LV (JORL, Япония с увеличением от 5 до 300 000 с системой пробоподготовки STRVERS (Дания) и сканирующего электронного микроскопа с катодом Шоттки серии MIRA LM.

Таблица 2. **Морфология используемых заполнителей**

Заполнитель	Форма зерен	Поверхность зерен
Отходы обогащения полиметаллических руд	Призматические угловатые	Шереховатая
Песок Фоголевского месторождения	Неокатанные, угловатые	Шереховатая
Микросфера	Окатанные	Гладкая

Прочностные характеристики растворных составов на доломитовом вяжущем с использованием различных заполнителей при отношений вяжущее/заполнитель ½ представлены в таблице 2.

Таблица 3. **Прочность растворных составов на доломитовом вяжущем в зависимости от вида заполнителя**

Заполнитель	Предел прочности при сжатии в возрасте 28 суток, МПа
Отходы обогащения полиметаллических руд	56
Песок Фоголевскогоместорождени	54
Микросфера	30

Составы на отходах обогащения полиметаллических руд и песке Фоголевского месторождения характеризуются близкими значениями по прочности при сжатии. Это даёт основание утверждать, продукты гидратации вяжущего одинаково хорошо взаимодействуют как с карбонатным, так и с кварцевым заполнителем. Значительно меньшую прочность имеет состав с использованием в качестве заполнителя микросферы, что по всей вероятности связано с окатанной формой зерен микросферы. Из этого следуют, что прочность сцепления продуктов гидратации с заполнителем адгезионная и зависит от вида и особенностей поверхности зерен заполнителя[9].

Микроскопический анализ сколов полученных образцов был проведен с целью выявления характера взаимодействия три и пента гидрооксидов магния с поверхностью заполнителя. На рисунке 16 приведены микрофотографии мелкозернистого бетона с заполнителем, представленным отходами обогащения полиметаллических руд. При изучении сколов установлено, что продукты гидратации доломитового вяжущего равномерно распределены по поверхности зерен заполнителя, признаки химического срастания между продуктами гидратации и зернами доломита и карбоната кальция отсутствуют.

Крупные зерна доломитовой породы хорошо различимы в структуре камня, а гидратные фазы плотно прилегают к поверхности. На основании этого можно заключить, что прочность сцепления продуктов гидратации с карбонатным заполнителем обеспечивается только механическим сцеплением и высокой адгезией 5ОГХ и 3ОГХ к заполнителю. На микрофотографиях видны сколы, идущие по зернам доломита, т.е, сцепление таково, что разрушение происходит одновременно по зернам заполнителя и по камню вяжущего. Таким образом, прочность на растяжение при изгибе заполнителя, продуктов гидратации и прочность сцепления между ними примерно одинаковы[10].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Горшков В.С. Методы физико-химического анализа вяжущих материалов .-М.:Высшая школа, 1989.-336с.

[2] Каминкас А.Ю. Технология строительных материалов на основе магнезиальном сырье //Комплексные методы определения пригодности сырья и способы производства .- Вильнюс : Моколас, 1987.-344с.

[3] Вайвад А.Я. Магнезиальное вяжущие вещества. – Рига: Наука, 1971.- 315с.

[4] Худякова Т.М., Гаппарова К.М. Магнезиальные вяжущие вещества строительного назначения.-Шымкент : ЮКГУ им.М.Ауезова,2013. -220с.

[5] Шелягин В.В.Магнезиальный цемент(сырье, технология получения и свойства).-М.:Госстройиздат, 1933.-198с.

[6] Sorel S.Inproved Composition to be used as a Cement and as a Plastic Mater for Molding Various Articles // United States Patent 53/092.6 March 1866. Of Paris. France.

[7] Кузнецов Т.В. Физическая химия вяжущих материалов. –М.: высшая школа, 1989.-384с.

[8] Гончаров Б.Г. Магнезиальные строительные материалФизическая химия вяжущих материалов. –М.: высшая школа, 1989.-384с.

[9] Маткович Б., Рогич В.Модифицированный магнезиальный цемент (цемент Сореля)// VI Международный конгресс по химии цемента.-Т.2- Кн. I.-М.:Стройиздат, 1976.-С.94-100.

[10] Горбаненко В.М. Производство и применение магнезиального вяжущего в строительстве: автореф.дисс. ... канд.техн.наук/ Челябинск: ЮУрГУ.-2001.-16с.

Худякова Т.М., Курбаниязов С.К., Аймбетова И.О., Колесников А.С., Абжалов Б.С., Ибадуллаева А.Ш.

Доломит тау жынысының негізінде жоғары тұтқырлыққа ие жаңа цемент түрін өндіріске енгізу

Түйіндеме. Бул мақалада Жаңа қорган доломит тау жынысы кенінің цемент шикізатын жасау үшін – доломит минералының тұтқырлық қасиеті кең көлемдегі зерттеу нәтижелері көрсетілген. Сынама терең зертханалық зерттеулер нәтижесінде оптималды және активті магнезиальды тұтқырлық беті салыстырмалы 2900-3000 см.^{2}/г.құраса, ал ұсақтығы №0,2-4,5% елегіште, ал .008-2,3 % елегіште қалдық дәрежесі көсетілген.Құрлымдық зерттеу барысында анықталғанындай доломит өнімі арасындағы өсіділерде карбонат дәнешелері жоқ,толығымен гидратациялық доломит тұтқырлық кемімейтіндігі көрсетілген.

Кілтті сөздер: Тұтқырлық заттар, магнезиал шикізаты, доломит, бишофит, минералдар, толықтырғыштар.

Hudiakova T.M. , Kurbanyazov S.K. , Aimbetova I.O. , Kolesnikov A.S., Abjalov B.S. A. Sh.Ibadullaeva

Development of new technologies for manufacture of high-bending species of cement based on dolomite rocks

Summary. Survey researches of mineral raw materials - dolomitic knitting, received from eliminations of breeds of Yana - the Kurgan field of dolomite are presented in article. As a result of the conducted experienced researches the optimum specific surface area and fineness of grinding of the activated magnesian knitting is established: the specific surface area is in limits 2900-3000 2g, and fineness of grinding corresponds to quantity of remains on a bolter No. 02-4,5%, on a bolter №008-23%. On studying of chips is established that products of hydration of dolomitic knitting are evenly distributed on the surface of grains of filler, signs of chemical accretion between products and grains of dolomite and lime carbonate are absent [4].

Key words: binders, magnesia raw materials, dolomite, bischofite, minerals, aggregate

МАЗМҰНЫ

Жер туралы ғылымдар

Ошанова Г.А., Мамутов Ж. Y.
ТҰЗДАНУ - СУАРМАЛЫ ЕГІН ШАРУАШЫЛЫҒЫНДАҒЫ ЖАҺАНДЫҚ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МӘСЕЛЕ……..... 3
Нурабаева Л.С.
ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН АУМАҒЫНЫҢ ЛАНДШАФТТЫҚ ТОПОНИМИКАСЫ..... 9
Бекқұлиев А.Ә., Кожахметов Б.Т., Мукалиев Ж.К.
АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ ЖЕРЛЕРІН АРАҚАШЫҚТЫҚТАН ЗОНДЫЛАУДЫ ҚОЛДАНУДЫҢ БОЛАШАҒЫ..... 13
Абетов А. Е., Ниязова А. Т., Саурыков Ж. Ж.
СОЛТҮСТІК ҮСТІРТ ӨҢІРІНІҢ ГРАВИКАЛЫҚ ЖӘНЕ МАГНИТТІК ӨРІСТЕРІНІҢ ЕРЕКШЕ ЭЙЛЕР НҮКТЕЛЕРІНІҢ ОРНАЛАСУЫ..... 17
Киясова Л.Ш., Алшериева Д.Е., Зулпыхаров К.Б., Мұхтархан Г.С.
ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫНЫҢ ЛАНДШАФТТЫҚ- ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ..... 22
Нурабаева Л.С.
ГЕОГРАФИЯНЫ ОҚЫТУДА ӨЛКЕТАНУЛЫҚ ПРИНЦИПТЕРДІ ҚОЛДАНУДЫҢ ӘДІС-ТӘСІЛДЕРІ..... 27
Алтаева А.А., Имансакипова Б.Б., Кожаев Ж.Т., Садыков Б.Б., Спицын А.А.
ЖЕР БЕТІН БӘСЕҢДІК ДӘРЕЖЕСІ БОЙЫНША АЙМАҚТАУДЫҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ БЕЛГІСІН ЖЕТІЛДІРУ..... 32
Қалыбеков Т., Жақыпбек Ы.
КЕНОРЫНДАРЫН АШЫҚ ӘДІСПЕН ИГЕРУДЕГІ БҰЗЫЛҒАН ЖЕРЛЕРДІ ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ БАҒЫТТАРЫН ТАҢДАУДЫҢ СЫНБЕЛГІЛЕРІН ЗЕРДЕЛЕУ..... 39
Сәдуақасова С.І.
МАҢҒЫСТАУ ОБЛЫСЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАРЫНА САРАПТАМА..... 44
Айдосов А., Заурбеков Н.С., Урмашев Б.А., Заурбекова Г.Н., Кзылбаев М.С.
КҮРДЕЛІ ЖАҒАЛЫ ЖӘНЕ РЕЛЬЕФТІ СУ ҚОЙМАСЫНДА ҚОСПАЛАРДЫҢ ТАРАЛУЫ ҮРДІСІН МОДЕЛДЕУ..... 49

Техникалық ғылымдар

Бейсенби М. А., Калиева С. А., Сатыбалдина Д. К., Кисикова Н.М.
СИНТЕЗДЕУ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІ С М-КІРУ МЕН N-ТАРАМ БОЙЫНША ВЕКТОРУ ОБЪЕКТІСІНІҢ ЖАЙ-КҮЙІНЕ ГРАДИЕНТНО-ЖЫЛДАМ ӘДІСІМЕН ВЕКТОР-ФУНКЦИЯЛАРДЫҢ ЛЯПУНОВА..... 56
Турманова К.Н., Жакыпов А.С., Толепов Ж.К., Исмайлова Г.А., Приходько О.Ю.
КҮМІС ҚОСПАСЫМЕН МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН $GE_2SB_2TE_5$ НАНОӨЛШЕМДІ ҚАБЫҚШАЛАРЫНЫҢ АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ, ҚҰРАМЫ МЕН ҚҰРЫЛЫМЫ..... 62
Мухаметкаримов Е.С., Дәуітхан Қ., Приходько О.Ю., Михайлова С.Л., Максимова С.Ю.
ИОНДЫ-ПЛАЗМАЛЫ ТОЗАҢДАТУ ӘДІСІНІҢ КӨМЕГІМЕН АЛЫНҒАН TIO_2 ЖӘНЕ AG-TIO_2 ЖҰҚА ҚАБЫҚШАЛАРЫНЫҢ ТЕХНОЛОГИЯ, ҚҰРЫЛЫМЫ МЕН ОПТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ 66
Меирбекова О.Д., Тулентаева Г.С.
ЖЕРСЕРІКТІК ОРТАНЫҢ РАДИОСИГНАЛДЫҢ ЖҰТЫЛУЫНА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ..... 70
Манжурин И.П., Сидорина Е.А., Медведева И.Е., Набоко Е.П.
ПРОФИЛЬДІ ИІЛУ БАПТАУЫНЫҢ ОРНАҚ БІЛІГІНДЕГІ МЕТАЛЛ ҚЫСЫМЫНА ӘСЕРІ..... 75
Муртазин Е., Байкадамова А.
ЖАРКЕНТ КЕНІШІНДЕ ТЕРМАЛ СУЫН ГЕОТЕРМАЛДЫҚ ЭНЕРГИЯҒА ПАЙДАЛАНУ..... 80
Ракишева З.Б., Кусембаева К.К., Сахаева А.К.
КАСПИЙ ТЕҢІЗІНІҢ ЛАСТАНУЫН ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕРІ ТУРАЛЫ..... 85
Оразбаев Б.Б., Кожахметова Д.О., Оразбаева К.Н., Жанбирова Г.А.
КАТАЛИТИКАЛЫҚ КРЕКИНГ ҚОНДЫРҒЫСЫНЫҢ РИФОРМИНГ БЛОГЫН БАСҚАРУ БОЙЫНША ШЕШІМ ҚАБЫЛДАУ ЕСЕПТЕРІ МЕН ОЛАРДЫ ШЕШУДІҢ ЭВРИСТИКАЛЫҚ ТӘСІЛДЕРІ..... 90
Шарауова А.Б., Федоров Б.В.
КОНЦЕНТРАЦИЯЛАРЫНЫҢ ӘСЕРІ ПОЛИАКРИЛАМИДА " БҰРҒЫЛАУ ЕРІТІНДІСІНЕ АРНАЛҒАН ҚЫСЫМНЫҢ АУЫСПАЛЫЛЫҒЫ ОНЫҢ ІШІНДЕ…… 96

Рысбеков Қ.Б., Қалыбеков Т., Солтабаева С.Т.
АШЫҚ ТАУ-КЕН ЖҰМЫСТАРЫНДАҒЫ КЕНДІ ӨНДІРУДІ ТҰРАҚТАНДЫРУҒА ҚОРЛАРДЫҢ ДАЙЫНДАЛҒАНДЫҚ НОРМАТИВТЕРІНІҢ ӘСЕРІН ЗЕРДЕЛЕУ..... 101
Алдабергенова Т.М., Виелеба В., Кислицин С.Б.
ҚАЛДЫҚ ГАЗ ПЛАЗМАСЫ ИОНДАРЫМЕН СӘУЛЕЛЕНДІРІЛГЕН ЖОҒАРЫ ТАЗА ВОЛЬФРАМ БЕТІНІҢ ҚҰРЫЛЫМЫ МЕН ҚАСИЕТТЕРІ..... 107
Козбагаров Р.А., Камзанов Н.С., Бекетов Т.С.
ТАЛДАУ ЖАЙ-КҮЙІ ҒАРЫШТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ӘЛЕМДЕ..... 112
Исмаилова Д.А.
БІР КЕЛКІ ЕМЕС ҚАБАТТАРДА ҚАБАТ ҚЫСЫМЫН ҰСТАУ ӘДІСТЕРІН ТАЛДАУ..... 118
Ысқақ А.С.
СУДЫ ОҚШАУЛАУДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН НАТРИЙ СИЛИКАТ ГЕЛЬДЕРІН БАҒАЛАУ..... 123
Шоланов Қ.С., Кабанбаев А.Б.,Абжапаров Қ.А.
АВТОМАТТЫ БАСҚАРЫЛАТЫН ЖЕЛКЕНДІ ЖҰМЫС АЙМАҒЫМЕН ЖЕЛЭНЕРГИЯҚОНДЫРҒЫСЫНЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ТАҢДАУ ЖӘНЕ ЕСЕПТЕУ..... 127
Картбаев А.Ж.
МОРФОЛОГИЯЛЫҚ СЕГМЕНТТЕУ НЕГІЗІНДЕ СТАТИСТИКАЛЫҚ МАШИНАМЕН АУДАРУДЫҢ ГИБРИДТІ ӘДІСІН ҚОЛДАНУ..... 136
Мухаметов А.Е., Даутканова Д.Р., Ербулекова М.Т.
ӨСІМДІК МАЙЫН ӨНДІРУ ӨНЕРКӘСІПТЕРІНДЕ ТАҒАМ ӨНІМДЕРІ САПА МЕНЕДЖМЕНТ ЖҮЙЕСІН ЕНДІРУ..... 141
Бердибаева Г.К., Ожикенов К.А., Бодин О. Н., Шындали Х.Р.
ДАУЫС КОМАНДАЛАРЫН ТАНУ ЖҮЙЕЛЕРІНЕ АРНАЛҒАН СӨЙЛЕУ СИГНАЛДАРЫН АЛДЫН-АЛА ӨҢДЕУ..... 146
Мурзабеков З.Н., Тусупова К.Б.
ШЕКТЕУЛІ УАҚЫТ АРАЛЫҒЫНДАҒЫ ҮШ СЕКТОРЛЫ ЭКОНОМИКАЛЫҚ КЛАСТЕРДІҢ БЕЙСЫЗЫҚТЫ МОДЕЛІ ҮШІН ТИІМДІ БАСҚАРУ ЕСЕБІН ШЕШУ..... 152
Дайнеко Е.А., Ипалакова М.Т., Чинибаева Т.Т., Чинибаева Е.Г., Болатов Ж.Ж.
ФИЗИКА ПӘНІН ОҚЫТУДА ТОЛЫҚТЫРЫЛҒАН ШЫНДЫҚ ТЕХНОЛОГИЯСЫН МҮМКІНДІКТЕРІН ҚОЛДАНУ..... 159
Кобзарь К.А., Третьяк А.В., Овсянникова Е.А., Полиенко В.Р., Гакал П.Г.
ҚУАТЫ ЖОҒАРЫ ТУРБИНАЛЫ ГЕНЕРАТОРЛАРДЫ ЖОБАЛАУ..... 164
Буранбаева А.И., Касымова Д.Т., Нуркаманова М.А.
ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ҚАЛАЛЫҚ КӨЛІК МОДЕЛЬДЕУ ЖҮЙЕЛЕРІН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ..... 169
Бурисова Д.Ж., Серикбаев А.А., Ахтанов С.Н., Исимова А.Т.
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДЕ ТҮРЛІ ШУЫЛ ДЕҢГЕЙЛЕРІНДЕГІ САНДЫҚ СИГНАЛДАРДЫ ФИЛЬТРЛЕУ ӘДІСТЕРІ..... 176
Әмірғалиев Е.Н., Дауылбаев С.М., Кунелбаев М., Әуелбеков О.А., Калижанова А.У., Козбакова А.Х.
БИОМАССАНЫ АНАЭРОБТЫҚ ЫДЫРАТУ ЖӘНЕ БИОГАЗ ӨНДІРУ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҮДЕРІСТЕРІНІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН БАҚЫЛАУ..... 180
Дуаметұлы Б., Қалауов Б.П.
ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК ИНДУКЦИЯ ҚҰБЫЛЫСЫН ЗЕРТТЕУ..... 189
Сұлтанова Н.Ж., Джантаев Р.Б.
БӨЛІНГЕН ДЕРЕКТЕР ҚОРЛАРЫНДА МАШИНА ОҚЫТУ АЛГОРИТМДЕРІН ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ АУЫТҚУЛАРДЫ АНЫҚТАУ ӘДІСТЕРІ 195
Надыров Ш.М., Мылкайдаров А.Т.
ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ІС-ӘРЕКЕТТІ БЕЛСЕНДІРУДІҢ МЕХАНИЗМДЕРІ..... 199
Диханбаева Ф.Т., Жаксыбаева Э.Ж., Смаилова Ж.Ж., Тургунова А.
ДӘРУМЕНДЕРМЕН БАЙЫТЫЛҒАН ЙОГУРТ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ..... 205
Ергеш Б.Ж., Шәріпбай А.Ә., Гатиатуллин А.Р.
ТЕЗАУРУСТАР: МОДЕЛДЕРГЕ ШОЛУ, ҚОЛДАНУ АЯСЫ..... 208
Ердеш Е. Б., Беляев Е. К., Қалтаев А.
КАПИЛЛЯРЛЫ ҚҰБЫРДЫ ЖЫЛУ НАСОСЫ ЖҮЙЕСІНДЕГІ КЕҢЕЙТУ ҚҰРЫЛҒЫСЫ РЕТІНДЕ ЗЕРТТЕУ..... 212
Әбіт К.Е., Наурызбаев М.К.
МИСКАНТУС САБАНЫНАН БЕЛСЕНДІРІЛГЕН КӨМІРДІ АЛУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСІ..... 217
Булдаков Ю.М., Егізеков М.Г.
ТАУАРЛЫ КӨМІР ЖӘНЕ ОНЫҢ ЖАНУ ӨНІМДЕРІ: КӨМІРДІ КЕШЕНДІ ПАЙДАЛАНУ ЖӘНЕ КОММЕРЦИЯЛЫҚ ҚЫЗЫҒУШЫЛЫҚТЫ ТУДЫРУ..... 221

Хабай А., Бактыбаев М. К.
ЖОҒАРЫ ТЕМПЕРАТУРАЛЫ ДАТЧИКТЕРГЕ ҚОЛДАНЫЛАТЫН МАТЕРИАЛДАР..... 227
Берденова Б.А., Максум Е.А.
АДСОРБЦИЯ ИЗОТЕРМАСЫНЫҢ МОДЕЛЬДЕРІНІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН АНЫҚТАУ ҮШІН РЕГРЕССИЯЛЫҚ ТАЛДАУ ЖАСАУ…….. 233
Мухаметов А.Е., Даутканова Д.Р., Мусаева С.Д., Ербулекова М.Т.
ӨСІМДІК МАЙЫНА АРНАЛҒАН ҚАПТАМАНЫҢ ҚАУІПСІЗДІГІ ТУРАЛЫ..... 241
Муратбекова Г. В., Айкынбаев А. А.
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДА ЖОҒАРЫ ЖЫЛДАМДЫҚТЫ ҰЙЫМДАСТЫРУДАҒЫ ТЕМІР ЖОЛ АВТОМАТИКАСЫ ЖӘНЕ ТЕЛЕМЕХАНИКА ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ..... 245
Аманжолова С., Дузбаев Н., Амиргалиев Ж., Досмахамбет Б., Сейткамал Ю.
АЛМАТЫ ҚАЛАСЫ ЖӘНЕ АЛМАТЫ ОБЛЫСТАРЫНДА КЛИМАТТЫҚ ЖАҒДАЙДЫ МОНИТОРИНГІЛЕУ ЖҮЙЕСІ…….. 250
Амиргалиев Е.Н., Кунелбаев М., Ауелбеков О.А., Катаев Н.С., Байсеитов Д.М., Козбакова А.Х., Иржанова А.А.
КҮН КОЛЛЕКТОРЛАРЫНЫҢ КӨЛБЕУ БҰРЫШЫН НЕГІЗДЕУ..... 255
Турганбаева А.Р., Самбетбаев А.Д.
АҚПАРАТТЫҚ РЕСУРСТАРДЫ САҚТАУ МЕН БАСҚАРУДАҒЫ БҰЛТТЫ ҚЫЗМЕТТЕР..... 261
Чажабаева М.М., Бердиханова А.К.
ӨЗЕН КЕН ОРЫНЫНЫҢ ЭЦСО СОРҒЫШ ҚОНДЫРҒЫСЫНДА ПАЙДА БОЛҒАН ТҰЗДЫ ТҰНДЫРУДЫ АЛДЫН АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ..... 265
Маликова Ф.Ө., Картбаев Т.С., Досжанова А.А.
АҚПАРАТТЫҚ-ӨЛШЕУІШ ТЕХНИКАСЫНЫҢ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ-АППАРАТТЫҚ КЕШЕНІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ..... 269
Калижанова А.У., Қашағанова Г. Б., Әмірғалиева С.Н., Вуйцик В., Кисала П.
ТАЛШЫҚТЫ БРЭГГ ТОРЛАР НЕГІЗІНДЕГІ ТАЛШЫҚТЫ ДАТЧИКТЕРДІҢ СПЕКТРЛІК СИПАТТАМАЛАРЫН ЭКСПЕРИМЕНТАЛДЫ ТҮРДЕ ЗЕРТТЕУ..... 276
Замахов А.В., Панченко С.В.
КЕРІ БАЙЛАНЫС ПЕН ҰСЫНЫСТАР НЕГІЗІНДЕ КІРЕТІН ҚОСЫМШАЛАРДЫ ЖИНАУ, ТАЛДАУ ЖӘНЕ ОРЫНДАУ ЖҮЙЕСІН ӘЗІРЛЕУ…….. 284
Кабдюшев И.Е., Игликов И.В., Туманбаева К.Х.
ТЕЛЕРАДИО ХАБАРЛАРЫН ТАРАТУДЫҢ ДЕРЕКТЕР МОНИТОРИНГІНДЕГІ ТҰРАҚТЫ РЕТТІЛІКТЕРІН ІЗДЕУ АЛГОРИТМІН ЖАСАУ. ……... 291
Аязбекова М.А., Есенова А.Б.
ҚР МАҢҒЫСТАУ ОБЛЫСЫНДАҒЫ ТҮЙЕ СҮТІНІҢ ТАҒАМДЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫ МЕН ҚАУІПСІЗДІГІ 298
Шмыгалева Т. А., Акылбекова У. М.
ЭЛЕКТРОНДАР, ПРОТОНДАР ЖӘНЕ ИОНДАР ҮШІН КАСКАДТЫ- ЫҚТИМАЛДЫ ФУНКЦИЯНЫҢ МАРКОВ ҚАТАРЫМЕН БАЙЛАНЫСЫ..... 303
Еминалинова М.Р., Абдибаттаева М.М.
“ALTYNTAU KOKSHETAU” ӨНДІРІСТІК КӘСІПОРНЫНДА «ЖАСЫЛ» ЖҰМЫС ОРЫНДАРЫН ҚҰРУ…….. 309
Бейсов Н. К.
АДАМ-КОМПЬЮТЕР ӘРЕКЕТТЕСУІНІҢ ҚИМЫЛДАРДЫ ТАНУДЫ ЖҮЗЕГЕ АСЫРЫЛУЫНА ШОЛУ..... 315
Мархабаева А.А., Абдуллин Х.А., Сырым Ш.С
ВОЛЬФРАМ ОКСИДІ НАНҰНТАҚТАРЫНЫҢ ӨЛШЕМІНЕ ЖӘНЕ ФОТОКАТАЛИТИКАЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІНЕ ТЕМПЕРАТУРАНЫҢ ӘСЕРІ..... 318
Оспанов Р. Қ., Тулебаев А. Е., Бисалиев М. С.
ТАЛДАУ ЖӘНЕ ҚОРҒАУ ӘДІСТЕРІН КРИПТОВАЛЮТА ҰРЛАУ ВИРУСТАРЫНАН ВИРУС НЕГІЗІНДЕ TROJAN.WINLOCK……. 325
Айдосов А., Заурбеков Н.С., Заурбекова Г.Н., Кзылбаев М.С.
ЗИЯНДЫ ЗАТТАРДЫҢ АТМОСФЕРАДА АЙНЫМАЛЫ ЖЫЛДАМДЫҚ ПРОФИЛІМЕН ТАРАЛУЫН МОДЕЛЬДЕУ..... 332
Нысанбаева С.Е., Магзом М.М., Нюсупов А.Т.
ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ТАРАЛҒАН ТІЗІЛІМІ ТЕХНОЛОГИЯ НЕГІЗІНДЕ КОНСЕНСУС КЕЛІСІМЕ АРНАЛҒАН ОРТАЛЫҚТАНДЫРЫЛМАҒАН ЖҮЙЕЛЕР ШОЛУ..... 339
Шормакова А.Н.
ЕКІ ТАБИҒИ ТІЛДЕГІ АУДАРЫЛҒАН МӘТІНДІ ТУРАЛАУ..... 344

Генбач А.А., Бондарцев Д.Ю.
МОДЕЛЬДЕУ ЖАМАН СЫМДЫ АЗ КЕУЕКТІ КАПИЛЛЯРНЫХ ЖАБЫНДАР МЕН БУ ГЕНЕРАЦИЯЛАЙТЫН ЖЫЛУ АЛМАСУ БЕТТЕРІНІҢ ЭЛЕМЕНТТЕРІН ЖЫЛУ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ҚОНДЫРҒЫЛАР…….. 349
Кули Ж.Т., Омарова Ж.Б.
ЭЛЕКТРОНДЫ-СӘУЛЕЛІК ТЕХНОЛОГИЯ. ЭЛЕКТРОН ЭНЕРГИЯСЫНЫҢ ЖЫЛУ ЭНЕРГИЯСЫНА АУДАРУ ЖОЛЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІ..... 357
Унаспеков Б.А., Иргибаев Т.И., Тугельбаева Т.В., Мәлсов Ә.Т.
ТҰРҒЫН ҮЙ ҚҰРЫЛЫСЫ ЖӘНЕ ОРНАЛАСТЫРЫЛҒАН ЖҰМЫСТАРДЫ ЖАБДЫҚТАУ ЖҮЙЕСІНІҢ ЖАҒДАЙЫНА ТАЛДАУ..... 362
Оркушпаев Е.
ҒЫЛЫМИ-ӘДІСТЕМЕЛІК ЕРЕЖЕЛЕР КӨЛЕМІНІҢ НЕГІЗДЕМЕСІ ОТ МІНДЕТТЕРДІ АРТИЛЛЕРИЯ ҚАТЫСУ КЕЗІНДЕ ОРЫНДАУ ТАКТИКАЛЫҚ МІНДЕТТЕРДІ БРИГАДАСЫ ІШКІ ҚАРУЛЫ ҚАҚТЫҒЫС..... 368
Кучин В.Н., Юрченко В.В., Жаркевич О.М., Иванов С.С.
ҚАР ЖАБЫНДАРЫН КӘДЕГЕ ЖАРАТУДЫҢ ҚОЛДАНЫСТАҒЫ ЖҮЙЕСІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ЖАҢА ЖҮЙЕНІ ӘЗІРЛЕУ……. 372
Оркушпаев Е.
КЕЙБІР ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ ЖАУЫНГЕРЛІК ҚОЛДАНУ АРТИЛЛЕРИЯ ІШКІ ҚАРУЛЫ ҚАҚТЫҒЫС..... 377

Физика-математика ғылымдары

Сақташова Г.Ж., Әлиұлы А., Беляев Е.К., Калтаев А.
КҮН-ЖЕРЖЫЛУ НАСОСЫНЫҢ ЖЫЛУЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН САНДЫҚ ТҮРДЕ МОДЕЛДЕУ..... 382
Уаисов Б.
РЕТІ МЕН ТҮРІ НҰҚСАНДАЛҒАН КӨПӨЛШЕМДІ ГИПЕРБОЛАЛЫҚ ТЕҢДЕУЛЕР ҮШІН ДАРБУ-ПРОТТЕР ЕСЕБІ..... 388
Мусагулова Г.Ш., Байшоланова К.С.
БЕЛЛМАН ПРИЦИПІНЕ НЕГІЗДЕЛГЕН ЭКОНОМИКАЛЫҚ ИНВЕСТИЦИЯЛАРДЫ ДИНАМИКАЛЫҚ ЖАҒДАЙДА ТИІМДІ БАСҚАРУ..... 394
Жакебаев Д.Б., Кизбаев А.П.
ШИКІ МҰНАЙДЫ ОТТЕКТІК КҮКІРТСІЗДЕНДІРУ ПРОЦЕСІН САНДЫҚ МОДЕЛДЕУ..... 400
Рахимбекова А.М., Еспаев Б.А.
БІРТҰТАС ДИНАМИКАЛЫҚ ЖҮЙЕ РЕТІНДЕ ПОРШЕНЬДІ ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРДЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕР ЖҮЙЕЛЕРІН ӘЗІРЛЕУ ЖӘНЕ ҚҰРУ..... 406
Ахметов Б., Сейтов А., Аманжолов Т., Тунгатарова М., Калтаев А.
ЖЫЛУ ЭНЕРГИЯСЫН АРАЛАС ТҮРДЕ САҚТАУ ЖҮЙЕСІН САНДЫҚ ЗЕРТТЕУ..... 411
Бекболат Б., Тоқмағамбетов Н.
ШЕНЕЛГЕН θ-ТОРЛЫҚ ПСЕВДО-ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ОПЕРАТОР..... 423

Химия-металлургия ғылымдары

Омирова Р., Болысбек А.
ГИДРОГЕЛЬДЕРДІ ӨНДІРУДІҢ ЗАМАНАУИ ЖАҒДАЯТЫ МЕН ОЛАРДЫҢ СУПРАМОЛЕКУЛАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ ҚАЛЫПТАСУ МЕХАНИЗМІ..... 428
Кенжалиев Б.К., Суркова Т.Ю., Беркинбаева А.Н., Досымбаева З.Д., Чукманова М.Т.
ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТАБИҒИ СОРБЕНТТЕРІН ПАЙДАЛАНУ МӘСЕЛЕЛЕРІ..... 433
Қамбарова Ғ., Райымбеков Е., Куралов А.
ТЕМІР ОКСИДІНІҢ ПИГМЕНТТЕРІНІҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ..... 437
Сагитова Г.Ф., Жумабаев Ш.А., Алибаева А.Б., Мухаметалиқызы С., Сыбан Е.Р.
ХИМИЯНЫ ОҚЫТУДА ОҚУҒА ЫНТАЛАНДЫРУДЫ ПРАКТИКАЛЫҚ ДАМЫТУ ЖӨНІНДЕГІ ҰСЫНЫМЫ..... 441
Далбанбай А., Кемал Б.Ғ., Дәулетбай А., Наурызбаев М.К.
СУДАҒЫ PB (II)-ЫН КВАДРАТ ТОЛҚЫНДЫҚ ВОЛЬТАМПЕРАМЕТРИЯ ӘДІСІМЕН АНОДТЫҚ ЕРІТУ АРҚЫЛЫ КҮМІСТІҢ НАНОБӨЛШЕКТЕРІМЕН МОДИФИЦИРЛЕНГЕН КӨМІРТЕК ПАСТАЛЫҚ ЭЛЕКТРОДТА АНЫҚТАУ..... 447

Шаутенов М.Р., Перегудов В.В., Айтулова А.Н., Иманғалиев Н.А.
КҮЛҚОЖДЫҚ ҚАЛДЫҚТАРДАН ПАЙДАЛЫ КОМПОНЕНТТЕРДІ БӨЛІП АЛУДЫ ЗЕРТТЕУ….. 453
Жолдасбай Е.Е., Нурлан Г.Б., Курмансейтова М.Б., Тлеулиев К.Г., Досмухамедов Н.К.
САПАСЫ ТӨМЕН СУЛЬФИДТІ МЫС КОНЦЕНТРАТТАРЫН ВАНЮКОВ ПЕШІНДЕ ӨҢДЕУ..... 458
Жолдасбай Е.Е., Нурлан Г.Б., Курмансейтова М.Б., Куандык А.С., Досмухамедов Н.К.
ЕКІНШІЛЕЙ МЫС ҚҰРАМДЫ ҚАЛДЫҚТАРДЫ ӨҢДЕУ..... 462
Уалиханов Р.Е., Гриценко Л.В., Абдуллин Х.А.
МЫРЫШ ОКСИДІНІҢ НАНОҚҰРЫЛЫМДЫ ҚАБАТТАРЫНЫҢ ОПТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ҚОСПА АТОМДАРЫНЫҢ ӘСЕРІ…… 467
Абдуллин Х.А., Азаткалиев А.А., Габдуллин М.Т., Калкозова Ж.К.
МЕТАЛЛДЫ ВОЛЬФРАМ НАНОҰНТАҚТАРЫН СИНТЕЗДЕУ……. 472
Бейсенова Г.С., Буркитбаева Б.Д., Аргимбаева А.М., Рахымбай Г.С.
ҚАРАЛАШТЫ ИНДИЙДІ ЭЛЕКТРОРАФИНИРЛЕУДІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ..... 476
Сырманова К.К., Ковалева А.Е., Калдыбекова Ж.Б., Белобородов Б.Е.
ВЕРМИКУЛИТТІК СОРБЕНТІҢ ХИМИЯЛЫҚ АКТИВАЦИЯСЫ……..... 482
Худякова Т.М., Курбаниязов С.К., Аймбетова И.О., Колесников А.С., Абжалов Б.С., Ибадуллаева А.Ш.
ДОЛОМИТ ТАУ ЖЫНЫСЫНЫҢ НЕГІЗІНДЕ ЖОҒАРЫ ТҰТҚЫРЛЫҚҚА ИЕ ЖАҢА ЦЕМЕНТ ТҮРІН ӨНДІРІСКЕ ЕНГІЗУ 486

СОДЕРЖАНИЕ

Науки о Земле

Ошанова Г.А.,Мамутов Ж. Y.
ЗАСОЛЕНИЕ – ГЛОБАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА В ОРОШАЕМОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ 3
Нурабаева Л.С.
ЛАНДШАФТНАЯ ТОПОНИМИКА ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКОГО РЕГИОНА..... 9
Беккулиев А.А., Кожахметов Б.Т., Мукалиев Ж.К.
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ…….. 13
Абетов А. Е., Ниязова А. Т., Саурыков Ж. Ж.
ПОЛОЖЕНИЕ ОСОБЫХ ТОЧЕК ЭЙЛЕРА ГЕОМАГНИТНОЙ И ГЕОПЛОТНОСТНОЙ МОДЕЛЕЙ СЕВЕРО-УСТЮРТСКОГО РЕГИОНА…….. 17
Киясова Л.Ш., Алшериева Д.Е., Зулпыхаров К.Б., Мұхтархан Г.С.
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛАНДШАФТОВ ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ…. 22
Нурабаева Л.С.
МЕТОДЫ И ПРИЕМЫ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ КРАЕВЕДЧЕСКОГО ПРИНЦИПА В ОБУЧЕНИИ ГЕОГРАФИИ…….. 27
Алтаева А.А., Имансакипова Б.Б., Кожаев Ж.Т., Садыков Б.Б., Спицын А.А.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КРИТЕРИЯ ПРИ ЗОНИРОВАНИИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПО СТЕПЕНИ ОСЛАБЛЕННОСТИ……. 32
Калыбеков Т., Жакыпбек Ы.
ИЗУЧЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ВЫБОРА НАПРАВЛЕНИЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ…… 39
Сәдуақасова С.І.
АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАНГИСТАУСКОЙ ОБЛАСТИ..... 44
Айдосов А., Заурбеков Н.С., Урмашев Б.А., Заурбекова Г.Н., Кзылбаев М.С.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРИМЕСЕЙ СО СЛОЖНЫМ РЕЛЬЕФОМ ДНА И БЕРЕГОМ ВОДОЕМА……. 49

Технические науки

Бейсенби М.А., Калиева С.А., Сатыбалдина Д.К., Кисикова Н.М.
СИНТЕЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С M-ВХОДАМИ И N-ВЫХОДАМИ ПО ВЕКТОРУ СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТА ГРАДИЕНТНО-СКОРОСТНЫМ МЕТОДОМ ВЕКТОР-ФУНКЦИЙ ЛЯПУНОВА……... 56
Турманова К.Н., Жакыпов А.С., Толепов Ж.К., Исмайлова Г.А., Приходько О.Ю.
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ, СОСТАВ И СТРУКТУРА НАНОРАЗМЕРНЫХ ПЛЕНОК $GE_2SB_2TE_5$, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПРИМЕСЬЮ СЕРЕБРА……... 62
Мухаметкаримов Е.С., Даутхан К., Приходько О.Ю., Михайлова С.Л., Максимова С.Ю.
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ, СТРУКТУРА И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ПЛЕНОК TIO_2 И AG-TIO_2, ПОЛУЧЕННЫХ ИОННО-ПЛАЗМЕННЫМ РАСПЫЛЕНИЕМ……. 66
Меирбекова О.Д., Тулентаева Г.С.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОДСПУТНИКОВОЙ СРЕДЫ НА ПОГЛОЩЕНИЕ РАДИОСИГНАЛА…… 70
Манжурин И.П., Сидорина Е.А., Медведева И.Е., Набоко Е.П.
ВЛИЯНИЕ НАСТРОЙКИ ПРОФИЛЕГИБОЧНОГО НА ВЕЛИЧИНУ ДАВЛЕНИЯ МЕТАЛЛА НА ВАЛКИ СТАНА……. 75
Муртазин Е., Байкадамова А.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ НА ПРИМЕРЕ ЖАРКЕНТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД……... 80
Ракишев З.Б., Кусембаева К.К., Сахаева А.К.
К ВОПРОСУ О МЕТОДАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ КАСПИЙСКОГО МОРЯ..... 85
Оразбаев Б.Б., Кожахметова Д.О., Оразбаева К.Н., Жанбирова Г.А.
ЗАДАЧИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ БЛОКОМ РИФОРМИНГА УСТАНОВКИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА И ЭВРИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ……. 90

Шарауова А.Б., Федоров Б.В.
ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ПОЛИАКРИЛАМИДА В БУРОВОМ РАСТВОРЕ НА ПЕРЕПАДЫ ДАВЛЕНИЯ ПРИ ЕГО ТЕЧЕНИИ…….. 96
Рысбеков К.Б., Калыбеков Т., Солтабаева С.Т.
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НОРМАТИВОВ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ЗАПАСОВ НА СТАБИЛИЗАЦИЮ ДОБЫЧИ РУД НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ……. 101
Алдабергенова Т.М., Виелеба В., Кислицин С.Б.
СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТИ ВЫСОКОЧИСТОГО ВОЛЬФРАМА ОБЛУЧЕННОГО ИОНАМИ ПЛАЗМЫ ОСТАТОЧНОГО ГАЗА…… 107
Козбагаров Р.А., Камзанов Н.С., Бекетов Т.С.
АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНО – КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ НАПОРНЫХ МЕХАНИЗМОВ ОДНОКОВШОВЫХ ЭКСКАВАТОРОВ…… 112
Исмаилова Д.А.
АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ПОДДЕРЖАНИЯ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ В НЕОДНОРОДНЫХ ПЛАСТАХ……..... 118
Ыскак А.С.
ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ СИЛИКАТА НАТРИЯ ПРИ ВОДОИЗОЛЯЦИИ..... 123
Шоланов К.С., Кабанбаев А.Б., Абжапаров К.А.
ВЫБОР И РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ С АВТОМАТИЧЕСКИ УПРАВЛЯЕМЫМ ПАРУСНЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ……... 127
Картбаев А.Ж.
ПРИМЕНЕНИЕ ГИБРИДНОГО МЕТОДА СТАТИСТИЧЕСКОГО МАШИННОГО ПЕРЕВОДА НА ОСНОВЕ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ……... 136
Мухаметов А.Е., Даутканова Д.Р., Ербулекова М.Т.
ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ПРОИЗВОДСТВУ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ……. 141
Бердибаева Г.К., Ожикенов К.А., Бодин О.Н., Шындали Х.Р.
ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ СИСТЕМ РАСПОЗНАВАНИЯ ГОЛОСОВЫХ КОМАНД……. 146
Мурзабеков З.Н., Тусупова К.Б.
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ НЕЛИНЕЙНОЙ МОДЕЛИ ТРЕХСЕКТОРНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО КЛАСТЕРА НА КОНЕЧНОМ ИНТЕРВАЛЕ ВРЕМЕНИ…….. 152
Дайнеко Е.А., Ипалакова М.Т., Чинибаева Т.Т., Чинибаев Е.Г., Болатов Ж.Ж.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКИ…….. 159
Кобзарь К.А., Третьяк А.В., Овсянникова Е.А., Полиенко В.Р., Гакал П.Г.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ…… 164
Буранбаева А.И., Касымова Д.Т., Нуркаманова М.А.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА……... 169
Бурисова Д.Ж., Серикбаев А.А., Ахтанов С.Н., Исимова А.Т.
МЕТОДЫ ФИЛЬТРАЦИИ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ РАЗНОГО УРОВНЯ ШУМА В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ…… 176
Амиргалиев Е.Н., Дауылбаев С.М., Кунелбаев М., Ауелбеков О.А., Калижанова А.У., Козбакова А.Х.
КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА АНАЭРОБНОГО РАСЩЕПЛЕНИЯ БИОМАССЫ И ПРОИЗВОДСТВА БИОГАЗА ……. 180
Дуаметұлы Б., Калауов Б.П.
ИЗУЧЕНИЕ ЯВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ…… 189
Султанова Н. Ж., Джантаев Р.Б.
МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ АНОМАЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ БАЗАХ ДАННЫХ…… 195
Надыров Ш.М., Мылкайдаров А.Т.
МЕХАНИЗМЫ АКТИВИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ……... 199
Диханбаева Ф.Т., Жаксыбаева Э.Ж., Смаилова Ж.Ж., Тургунова А.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЙОГУРТА, ОБОГАЩЕННОГО ВИТАМИНАМИ..... 205
Ергеш Б.Ж., Шарипбай А.А., Гатиатуллин А.Р.
ТЕЗАУРУСЫ: ОБЗОР МОДЕЛЕЙ, ПРИМЕНЕНИЕ……. 208
Ердеш Е. Б., Беляев Е. К., Калтаев А.
ИССЛЕДОВАНИЕ КАПИЛЛЯРНОЙ ТРУБКИ В КАЧЕСТВЕ РАСШИРИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА В СИСТЕМЕ ТЕПЛОВОГО НАСОСА…… 212

Әбіт К.Е., Наурызбаев М.К.
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ АКТИВИРОВАННЫХ УГЛЕЙ ИЗ СОЛОМЫ МИСКАНТУСА (MISCANTHUS X GIGANTEUS)……. 217
Булдаков Ю.М., Егизеков М.Г.
ТОВАРНЫЙ УГОЛЬ И ПРОДУКТЫ ЕГО ГОРЕНИЯ: О КОМПЛЕКСНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЯ И РЕАЛИЗАЦИЯ КОММЕРЧЕСКОГО ИНТЕРЕСА …….. 221
Хабай А., Бактыбаев М. К.
МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ДАТЧИКОВ…….. 227
Берденова Б.А., Максум Е.А.
РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛЕЙ ИЗОТЕРМ АДСОРБЦИИ……. 233
Мухаметов А.Е., Даутканова Д.Р., Мусаева С.Д., Ербулекова М.Т.
О БЕЗОПАСНОСТИ УПАКОВКИ ДЛЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ…… 241
Муратбекова Г.В., Айкынбаев А.А.
ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ СКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН……. 245
Аманжолова С.Т., Дузбаев Н. Т., Амиргалиев Ж., Досмахамбет Б., Сейткамал Е.
СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА КЛИМАТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АЛМАТЫ И АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ…….. 250
Амиргалиев Е.Н., Кунелбаев М., Ауелбеков О.А., Катаев Н.С., Байсеитов Д.М., Козбакова А.Х., Иржанова А.А.
ОБОСНОВАНИЕ УГЛА ПАДЕНИЯ СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА……... 255
Турганбаева А.Р., Самбетбаев А.Д.
ОБЛАЧНЫЕ СЕРВИСЫ В СОХРАНЕНИИ И УПРАВЛЕНИИ ИНФОРМАЦИОННЫМИ РЕСУРСАМИ……. 261
Чажабаева М.М., Бердиханова А.К.
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЙ СОЛЕОТЛОЖЕНИЙ НА НАСОСНОМ ОБОРУДОВАНИИ УЭЦН МЕСТОРОЖДЕНИЯ УЗЕНЬ……. 265
Маликова Ф.У., Картбаев Т.С., Досжанова А.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ..... 269
Калижанова А.У., Кашаганова Г.Б., Амиргалиева С.Н., Вуйцик В., Кисала П.
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЛОКОННЫХ ДАТЧИКОВ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОННЫХ РЕШЕТОК БРЭГГА…… 276
А. Замахов, С. Панченко
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ СБОРА, АНАЛИЗА И ОБРАБОТКА ВХОДЯЩИХ ЗАПРОСОВ, НА ОСНОВЕ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ И ПРЕДЛОЖЕНИЙ……. 284
Кабдюшев И.Е., Игликов И.В., Туманбаева К.Х.
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОИСКА УСТОЙЧИВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ В ДАННЫХ МОНИТОРИНГА СЕТЕЙ ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИЯ……... 291
Аязбекова М.А., Есенова А.Б.
ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ВЕРБЛЮЖЬЕГО МОЛОКА МАНГИСТАУСКОЙ ОБЛАСТИ РК……. 298
Шмыгалева Т. А., Акылбекова У. М.
СВЯЗЬ КАСКАДНО-ВЕРОЯТНОСТНЫХ ФУНКЦИЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОНОВ, ПРОТОНОВ И ИОНОВ С ЦЕПЯМИ МАРКОВА……... 303
Еминалинова М., Абдибаттаева М.М.
СОЗДАНИЕ ЗЕЛЕНЫХ РАБОЧИХ МЕСТ НА ГОРНОДОБЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ “ALTYNTAU KOKSHETAU”…….. 309
Бейсов Н. К.
ОБЗОР СРЕДСТВ, РЕАЛИЗУЮЩИХ РАСПОЗНАВАНИЕ ЖЕСТОВ В СИСТЕМАХ ЧЕЛОВЕКО-КОМПЬЮТЕРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ……. 315
Мархабаева А.А., Абдуллин Х.А., Сырым Ш.С.
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОТЖИГА НА РАЗМЕРЫ ЧАСТИЦ И ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ НАНОПОРОШКОВ ОКСИДА ВОЛЬФРАМА…….. 318
Оспанов Р. К., Тулебаев А. Е., Бисалиев М. С.
АНАЛИЗ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ ВИРУСОВ-ВЫМОГАТЕЛЕЙ КРИПТОВАЛЮТ НА ПРИМЕРЕ МОДИФИКАЦИИ ВИРУСА-БЛОКИРОВЩИКА TROJAN.WINLOCK …… 325

Айдосов А., Заурбеков Н.С., Заурбекова Г.Н., Кзылбаев М.С.
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ПЕРЕМЕННОМ ПРОФИЛЕ СКОРОСТИ…… 332
Нысанбаева С.Е., Магзом М.М., Нюсупов А.Т.
ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ КОНСЕНСУСА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ РАСПРЕДЕЛЕННОГО РЕЕСТРА……. 339
Шормакова А.Н.
ВЫРАВНИВАНИЕ ТЕКСТА, ПЕРЕВЕДЕННОГО ИЗ ДВУХ ПРИРОДНЫХ ЯЗЫКОВ..... 344
Генбач А.А., Бондарцев Д.Ю.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛОХОПРОВОДНЫХ МАЛОПОРИСТЫХ КАПИЛЛЯРНЫХ ПОКРЫТИЙ И ПАРОГЕНЕРИРУЮЩИХ ТЕПЛООБМЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕПЛОЭНЕРГОУСТАНОВОК…… 349
Кули Ж.Т., Омарова Ж.Б.
ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОНВЕРСИИ ЭНЕРГИИ УСКОРЕННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ В ТЕПЛОВУЮ ЭНЕРГИЮ..... 357
Унаспеков Б.А., Иргибаев Т.И., Тугельбаева Т.В., Мэлсов Ә.Т.
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ……. 362
Оркушпаев Е.
НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОБОСНОВАНИЯ ОБЪЕМА ОГНЕВЫХ ЗАДАЧ АРТИЛЛЕРИИ ПРИ УЧАСТИИ В ВЫПОЛНЕНИИ ТАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ БРИГАДОЙ ВО ВНУТРЕННЕМ ВООРУЖЕННОМ КОНФЛИКТЕ……... 368
Кучин В.Н., Юрченко В.В., Жаркевич О.М., Иванов С.С.
ИССЛЕДОВАНИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ И РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНО НОВОЙ СИСТЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ СНЕЖНЫХ МАСС…….. 372
Оркушпаев Е.
НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ БОЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ АРТИЛЛЕРИИ ВО ВНУТРЕННЕМ ВООРУЖЕННОМ КОНФЛИКТЕ…… 377

Физико-математические науки

Сақташова Г.Ж., Әлиұлы А., Беляев Е.К., Калтаев А.
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СОЛНЕЧНО-ГРУНТОВОГО ТЕПЛОВОГО НАСОСА…….. 382
Уаисов Б.
ЗАДАЧА ДАРБУ-ПРОТТЕРА ДЛЯ МНОГОМЕРНЫХ ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ С ВЫРОЖДЕНИЕМ ТИПА И ПОРЯДКА..... 388
Мусагулова Г.Ш., Байшоланова К.С.
ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ИНВЕСТИЦИЯМИ В ДИНАМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПА БЕЛЛМАНА……. 394
Жакебаев Д.Б., Кизбаев А.П.
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ОБЕССЕРИВАНИИ СЫРОЙ НЕФТИ ……. 400
Рахимбекова А.М., Еспаев Б.А.
РАЗРАБОТКА И ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ КАК ЕДИНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ…… 406
Ахметов Б., Сейтов А., Аманжолов Т., Тунгатарова М., Калтаев А.
ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОМБИНИРОВАННОГО АККУМУЛЯТОРА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ..... 411
Бекболат Б., Тоқмағамбетов Н.
ОГРАНИЧЕННОСТЬ θ-ТОРОИДАЛЬНЫХ ПСЕВДОДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ..... 423

Химико-металлургические науки

Омирова Р., Болысбек А.
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ГИДРОГЕЛЕЙ И МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ ИХ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ 428
Кенжалиев Б.К., Суркова Т.Ю., Беркинбаева А.Н., Досымбаева З.Д., Чукманова М.Т.
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТОВ КАЗАХСТАНА…… 433

Камбарова Г., Райымбеков Е., Куралов А.
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЖЕЛЕЗООКСИДНЫХ ПИГМЕНТОВ 437
Сагитова Г.Ф., Жумабаев Ш.А., Алибаева А.Б., Мухаметалиқызы С., Сыбан Е.Р.
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗВИТИЮ МОТИВАЦИИ К ИЗУЧЕНИЮ ХИМИИ….. 441
Далбанбай А., Кемал Б.Г., Даулетбай А., Наурызбаев М.К.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ PB (II) НА УГОЛЬНО − ПАСТОВОМ ЭЛЕКТРОДЕ, МОДИФИЦИРОВАННОМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ ОСАЖДЕНИЯМ СЕРЕБРЯНЫМИ НАНОЧАСТИЦАМИ…….. 447
Шаутенов М.Р., Перегудов В.В., Айтулова А.Н., Имангалиев Н.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ИЗВЛЕЧЕНИЮ ПОЛЕЗНЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ……. 453
Жолдасбай Е.Е., Нурлан Г.Б., Курмансейтова М.Б., Тлеулиев К.Г., Досмухамедов Н.К.
ПЕРЕРАБОТКА НИЗКОСОРТНЫХ СУЛЬФИДНЫХ МЕДНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ В ПЕЧИ ВАНЮКОВА…… 458
Жолдасбай Е.Е., Нурлан Г.Б., Курмансейтова М.Б., Куандык А.С., Досмухамедов Н.К.
ПЕРЕРАБОТКА ВТОРИЧНЫХ МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ……. 462
Уалиханов Р.Е., Гриценко Л.В., Абдуллин Х.А.
ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСНЫХ АТОМОВ НА ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ СЛОЁВ ОКСИДА ЦИНКА…… 467
Абдуллин Х.А., Азаткалиев А.А., Габдуллин М.Т., Калкозова Ж.К.
СИНТЕЗ НАНОПОРОШКОВ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ВОЛЬФРАМА…… 472
Бейсенова Г.С., Буркитбаева Б.Д., Аргимбаева А.М., Рахымбай Г.С.
ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОРАФИНИРОВАНИЯ ЧЕРНОВОГО ИНДИЯ…….. 476
Сырманова К.К., Ковалева А.Е., Калдыбекова Ж.Б., Белобородов Б.Е.
ХИМИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ ВЕРМИКУЛИТОВОГО СОРБЕНТА……... 482
Худякова Т.М., Курбаниязов С.К., Аймбетова И.О., Колесников А.С., Абжалов Б.С., Ибадуллаева А.Ш.
РАЗРАБОТКА НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОВЯЖУЩИХ ВИДОВ ЦЕМЕНТА НА ОСНОВЕ ДОЛОМИТОВЫХ ПОРОД…….. 486

CONTENTS

Earth sciences

Oshanova G., Mamutov Zh.
SALINIZATION IS A GLOBAL ECOLOGICAL PROBLEM IN IRRIGATED AGRICULTURE…… 3
Nurabaeva L.S.
TOPONOMY LANDSCAPE IN THE SOUTH TERRITORY OF KAZAKHSTAN…… 9
Bekkuliyev A.A., Kozhahmetov B.T., Mukaliyev Zh.K.
PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF REMOTE SENSING DATA FOR AGRICULTURAL LANDS…… 13
Abetov A., Niyazova A., Saurikov Zh
POSITION OF SINGULAR EULER POINTS OF THE GEOMAGNETIC AND DENSITY MODELS OF NORTH USTYURT REGION…… 17
Kiyassova L.Sh., Alsherieva D.A., Zulpykharov K. B., Mukhtarhkan G.S.
ECOLOGICAL FEATURES OF THE LANDSCAPES OF THE SOUTH KAZAKHSTAN REGION..... 22
Nurabaeva L.S.
METHODS AND TECHNIQUES FOR THE IMPLEMENTATION OF THE LOCAL HISTORY PRINCIPLE IN THE TEACHING OF GEOGRAPHY…….. 27
Altayeva A.A., Imansakipova B.B., Kozhaev Zh.T., Sadykov B.B., Spitsyn A.A.
IMPROVEMENT OF ENERGY CRITERION FOR ZONING THE EARTH SURFACE BY THE DEGREES OF WEAKENING…… 32
Kalybekov T., Zhakypbek Y.
THE STUDY OF CRITERIA FOR SELECTING AREAS FOR RECLAMATION OF DISTURBED LANDS IN THE DEVELOPMENT OF OPEN PIT DEPOSITS……... 39
Saduakassova S.I.
ANALYSIS OF ECOLOGICAL CONDITIONS IN MANGYSTAU REGION…….. 44
Aidossov A., Zaurbekov N. S., Urmashev B.A., Zaurbekova G. N., Kzylbaev M. S.
MODELING OF PROCESS OF DISTRIBUTION OF IMPURITIES WITH A COMPLEX BOTTOM TOPOGRAPHY AND THE SHORES OF THE RESERVOIR……. 49

Technical sciences

Beisenbi M.A., Kaliyeva S.A., Satybaldina D.K., Kissikova N.M.
SYNTHESIS OF THE CONTROL SYSTEM WITH M-INPUTS AND N-OUTPUTS ALONG THE STATE VECTOR OF THE OBJECT BY THE GRADIENT-VELOCITY METHOD OF LYAPUNOV VECTOR-VALUED FUNCTIONS…… 56
Turmanova K.N., Zhakypov A.S., Tolepov ZH.K., Ismailova G.A., Prikhodko O.YU.
TECHNOLOGY OF PRODUCTION, COMPOSITION AND STRUCTURE OF NANOSIZED FILMS $Ge_2Sb_2Te_5$, MODIFIED WITH SILVER IMPURITY…… 62
Mukhametkarimov Y.S., Dauitkhan K., Prikhodko O.Y., Mikhailova S.L., Maksimova S.Y.
TECHNOLOGY OF PRODUCING, STRUCTURE AND OPTICAL PROPERTIES OF TiO_2 AND Ag-TiO_2 THIN FILMS OBTAINED BY ION-PLASMA SPUTTERING..... 66
Meirbekova O. D., Tulentaeva G. S.
INVESTIGATION OF THE IMPACT OF THE SUBATELLITE MEDIUM ON THE ABSORPTION OF THE RADIO SIGNAL…… 70
Manzhurin I.P., Sidorina E.A., Medvedeva I.E., Naboko E.P.
INFLUENCE OF PROFILE BENDING ON METAL PRESSURE ON MILL ROLLS……... 75
Murtazin Ye., Baikadamova A.
USE OF GEOTHERMAL ENERGY IN THE EXAMPLE OF THE ZHARKENT THERMAL WATER DEPOSIT……. 80
Rakisheva Z.B., Kussembayeva K.K., Sakhayeva A.K.
ON THE METHODS OF STUDY OF THE CASPIAN SEA POLLUTION..... 85
Orazbayev B.B., Kozhahmetova D.O., Orazbayeva K.N., Zhanbirova G.A.
THE TASKS OF MAKING DECISIONS ON THE MANAGEMENT OF THE REFORMER UNIT OF THE CATALYTIC CRACKING UNIT AND THE HEURISTIC METHODS FOR THEIR SOLUTION….. 90

Sharauova A.B., Fedorov B.V
EFFECT OF THE CONCENTRATION OF POLYACRYLAMIDE IN THE DRILLING FLUID ON THE PRESSURE DROP DURING ITS FLOW…….. 96
Rysbekov K.B., Kalybekov T., Soltabaeva S.T.
STUDY OF INFLUENCE OF NORMS OF PREPAREDNESS OF SUPPLIES ON STABILIZING OF BOOTY OF ORES ON OPEN MOUNTAIN WORKS…… 101
Aldabergenova T. M., Wieleba W., Kislitsin S.B.
STRUCTURE AND PROPERTIES OF THE SURFACE OF HIGH-PURITY TUNGSTEN IRRADIATED WITH PLASMA IONS OF RESIDUAL GAS……... 107
Kozbagarov R.A., Kamzanov N. C., Beketov T.S.
ANALYSIS OF CONSTRUCTIVE - KINEMATIC SCHEMES OF PRESS MECHANISMS OF SINGLE-STORAGE EXCAVATORS …….. 112
Ismailova J.A.
AN ANALYSIS OF RESERVOIR PRESSURE MAINTENANCE SYSTEMS IN HETEROGENEOUS LAYERS……. 118
Yskak A.S.
EVALUATION OF USING SODIUM SILICATE IN WATER SHUT-OFF TECHNOLOGY…….. 123
Sholanov K.S., Kabanbayev A.B., Abzhaparov K.A.
JUSTIFYING AND CHOOSING PARAMETERS OF THE WIND POWER INSTALLATION WITH AN AUTOMATICALLY CONTROLLED SAILING WORKING BODY……. 127
Kartbayev A.Zh.
APPLICATION OF THE HYBRID METHOD OF STATISTICAL MACHINE TRANSLATION BASED ON MORPHOLOGICAL SEGMENTATION..... 136
Mukhametov A.E., Dautkanova D.R., Yerbulekova M.T.
INTRODUCTION A QUALITY MANAGEMENT SYSTEM OF FOOD PRODUCTS AT THE ENTERPRISES FOR VEGETABLE OILS PRODUCTION..... 141
Berdibaeva G.K., Ozhikenov K.A., Bodin O. N., Shyndali H.R.
PRE-PROCESSING VOICE SIGNALS FOR VOICE RECOGNITION SYSTEMS…… 146
Murzabekov Z.N., Tussupova K.B.
SOLUTION OF THE OPTIMAL CONTROL PROBLEM FOR NONLINEAR MODEL OF THREE-SECTOR ECONOMIC CLUSTER AT THE FINITE TIME INTERVAL…… 152
Daineko Ye.A., Ipalakova M.T., Chinibayeva T.T., Chinibayev Y.G., Bolatov Zh.Zh.
USING THE OPPORTUNITIES OF AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY FOR STUDYING PHYSICS……... 159
Kobzar K., Tretiak O., Ovsiannykova O., Poliienko V., Gakal P.
DESIGNING OF HIGH POWER TURBOGENERATORS…….. 164
Buranbaeva A.I., Kassymova D.T., Nurkamanova M.A.
COMPARATIVE ANALYSIS OF MODERN URBAN TRANSPORT MODELING SYSTEMS..... 169
Burissova D.Zh., Serikbaev A.A., Akhtanov S.N., Issimova A.T.
METHODS OF FILTERING DIGITAL SIGNALS OF DIFFERENT LEVEL OF NOISE IN TELECOMMUNICATION SYSTEMS……. 176
Amirgaliyev Ye.N., Dauylbaev S.M., Kunelbayev M., Auelbekov O.A., Kalizhanova A.U., Kozbakova A.Kh.
CONTROL OF PROCESS PARAMETERS OF ANAEROBIC DIGESTION OF BIOMASS AND PRODUCTION OF BIOGAS……. 180
Duamet B., Kalauov B.P.
RESEARCH ON ELECTROMAGNETIC INDUCTION…….. 189
Sultanova N. Z., Jantayev R. B.
OUTLIER DETECTION METHODS USING MACHINE LEARNING ALGORITHMS IN DISTRIBUTED DATABASES…….. 195
Nadyrov Sh. M., Mylkaidarov A.T.
THE MECHANISMS OF ACTIVATION INTELLECTUAL ACTIVITY……... 199
Dikhanbayeva F., Zhaksybaeva E., Smailova J., Turgunova A.
PERFECTION OF YOGHURT TECHNOLOGY ENRICHED WITH VITAMINS..... 205
Yergesh B. Zh., Sharipbay A.A., Gatiatullin A.R.
THESAURI: OVERVIEW OF MODELS AND THEIR APPLICATION..... 208
Yerdesh Ye., Belyayev Ye., Kaltayev A.
STUDY OF CAPILLARY TUBE AS THE EXPANSION DEVICE IN HEAT PUMP SYSTEM……... 212
Abit K.E., Nauryzbaev M.K.
THE PROCESS OF OBTAINING ACTIVATED CARBON FROM STRAW MISCANTHUS…….. 217

Buldakov Yu. M., Egizekov M.G.
COMMODITY COAL AND ITS COMBUSTION PRODUCTS: TO COMPLEXITY OF USING COAL AND IMPLEMENTATION OF COMMERCIAL INTEREST..... 221
Habay A., Baktybayev M. K.
HIGH TEMPERATURE SENSORS IN USE FOR MATERIALS…… 227
Berdenova B.A., Maksum E.A.
REGRESSION ANALYSIS FOR DETERMINING PARAMETERS OF ADSORPTION ISOTHERM MODELS …… 233
Mukhametov A.E., Dautkanova D.R., Musayeva C.D., Yerbulekova M.T.
ABOUT SAFETY OF PACKING VEGETABLE OILS…… 241
Muratbekova G. V., Aikinbaev A. A.
FEATURES OF CONSTRUCTION OF SYSTEMS OF RAILWAY AUTOMATICS AND TELEMECHANICS AT THE ORGANIZATION OF HIGH-SPEED TRAFFIC IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN……... 245
Amanzholova S.T., Duzbaev N.T., Amiralgaliev J., Dosmahambet B., Seitkamal E.
ANALYZE THE NEWS FEED USING THE AVALANCHE ONLINE APPLICATION……... 250
Amirgaliyev Ye. N., Kunelbayev M., Auyelbekov O. A., Katayev N. S., Irzhanova A.A.
JUSTIFICATION OF THE ANGLE OF SOLAR COLLECTORS…… 255
Turganbayeva A., Sambetbayev A.
CLOUD SERVICES INPRESERVATION AND MANAGEMENT OF INFORMATION RESOURCES..... 261
Chazhabayeva M., Berdikhanova A.
DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PREVENTION OF SALT DEPOSITS Of PUMPING EQUIPMENT…….. 265
Malikova F.U., Kartbayev T.S., Doszhanova A.A.
RESEARCH AND REALIZE THE SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX OF INFORMATIONAL-MEASURING EQUIPMENT..... 269
Kalizhanova A.U., Kashaganova G.B., Amirgaliyeva S.N., Wojcik W., Kisala P.
EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE SPECTRAL CHARACTERISTICS OF FIBER SENSORS ON THE BASIS OF BRAGG FIBER GRATINGS..... 276
Zamakhov A., Panchenko S.
DESIGNING OF A SYSTEM FOR THE COLLECTION, ANALYSIS AND PROCESSING OF INCOMING REQUESTS, BASED ON FEEDBACK AND SUGGESTIONS…….. 284
Kabdyushev I.Y., Iglikov I.V., Tumanbayeva K.Kh.
DEVELOPMENT OF SEQUENTIAL PATTERN MINING METHOD IN DATA OF BROADCAST NETWORK MONITORING……... 291
Ayazbekova M., Yessenova A.
NUTRITIONAL VALUE AND SAFETY OF CAMEL MILK OF MANGISTAU REGION REPUBLIC OF KAZAKHSTAN…….. 298
Shmygaleva T. A., Akylbekova U. M.
CONNECTION OF CASCADE-PROBABILISTIC FUNCTIONS FOR ELECTRONES, PROTONS AND IONS WITH MARKOV CHAINS…….. 303
Yeminalinova M.R., Abdibattayeva M.M.
CREATION OF “GREEN” WORKPLACES AT THE INDUSTRIAL ENTERPRISE“ ALTYNTAU KOKSHETAU…….. 309
Beisov N.K.
REVIEW OF MEANS OF EXISTING THE RECOGNITION OF GESTURES IN HUMAN-COMPUTER INTERACTION SYSTEMS……... 315
Markhabaeva A.A., Abdullin Kh.A., Syrym Sh.S.
EFFECT OF HEAT TREATMENTS ON SIZES OF PARTICLES AND PHOTOCATALYTIC ACTIVITY OF TUNGSTEN OXIDE NANOPOWDERS …… 318
Ospanov R. K., Tulebaev A. E., Bissaliyev M. S.
ANALYSIS AND METHODS OF PROTECTION FROM CRYPTOCURRENCY RANSOMWARE BASED ON TROJAN. WINLOCK…… 325
Aydosov A., Zaurbekov N.S., Zaurbekova G.N., Kzylbaev M.S.
MODELING THE DISTRIBUTION OF HARMFUL SUBSTANCES WITH A VARIABLE VELOCITY PROFIL..... 332
Nysanbaeva S.E., Magzom M.M., Nyussupov A.T.
REVIEW OF MODERN DECENTRALIZED SYSTEMS FOR ACHIEVING CONSENSUS ON THE BASIS OF THE DISTRIBUTED REGISTRY TECHNOLOGY……... 339
Shormakova A.N.
ALIGNMENT OF TEXT TRANSLATED FROM TWO NATURAL LANGUAGES……. 344

Genbach A.A., Bondartsev D.Yu.
MODELING OF POORLY CONDUCTIVE LOW-POROUS CAPILLARY COATINGS AND STEAM-GENERATING HEAT-EXCHANGE SURFACES OF ELEMENTS OF THERMAL POWER PLANTS….. 349
Kuli Zh.T., Omarova Zh.B.
ELECTRON BEAM TECHNOLOGY. ENERGY CONVERSION EFFICIENCY OF ACCELERATED ELECTRONS INTO THERMAL ENERGY..... 357
Unaspekov D.F., Irgibayev T.I., Tugelbayeva T.V., Melsov A.T.
ANALYSIS OF THE PRESENT STATE OF THE SYSTEM OF HEAT SUPPLY OF RESIDENTIAL BUILDINGS AND FACILITIES…… 362
Orkushpaev E.
SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL PROVISIONS OF THE SUBSTANTIATION OF THE VOLUME OF ARTILLERY FIRE TASKS WITH PARTICIPATION IN THE PERFORMANCE OF TACTICAL TASKS BY ARTILLERY IN THE INTERNAL ARMED CONFLICT……... 368
Kuchin V., Yurchenko V., Zharkevich O., Ivanov S.
INVESTIGATIONS OF EXISTING SYSTEMS AND DEVELOPMENT THE PRINCIPLES OF A NEW SYSTEM FOR SNOW MASS UTILIZATION 372
Orkushpaev E.
SOME FEATURES OF THE COMBAT EMPLOYMENT OF ARTILLERY IN AN INTERNAL ARMED CONFLICT…….. 377

Physico-mathematical sciences

Saktashova G.Zh., Aliuly A., Belyayev Ye.K., Kaltayev A.
NUMERICAL MODELING OF THERMAL PERFERMANCE OF THE SOLAR-GROUND SOURCE HEAT PUMP…….. 382
Uaisov B.
THE DARBOUX-PROTTER PROBLEM FOR MULTIDIMENSIONAL HYPERBOLIC EQUATIONS WITH DEGENERACY OF TYPE AND ORDER……. 388
Mussagulova G.Sh., Baisholanova K.S.
OPTIMIZATION OF THE MANAGEMENT OF ECONOMIC INVESTMENTS IN THE DYNAMIC REGIME BASED ON THE BELLMAN PRINCIPLE…….. 394
Zhakebayev D.B., Kizbayev A.P.
NUMERICAL SIMULATION OF OXIDATIVE DESULFURIZATION OF CRUDE OIL…… 400
Rakhimbekova A.M., Yespayev B.A.
DEVELOPMENT AND CREATION OF SYSTEM OF MATHEMATICAL MODELS OF PISTON ENGINES AS UNIFORM DYNAMIC SYSTEM……. 406
Akhmetov B., Seitov A., Amanzholov T. E., Tungatarova M., Kaltayev A.
NUMERICAL STUDY OF COMBINED THERMAL ENERGY STORAGE SYSTEM……. 411
Bekbolat B., Tokmagambetov N.
BOUNDEDNESS OF θ-TOROIDAL PSEUDODIFFERENTIAL OPERATORS…….. 423

Chemical and metallurgical sciences

Omirova R., Bolysbek A.
THE CURRENT STATE OF PRODUCTION OF HYDROGELS AND THE MECHANISM FOR THE FORMATION OF THEIR SUPRAMOLECULAR STRUCTURE..... 428
Kenzhaliev B.K., Surkova T.Yu., Berkinbayeva A.N., Dosymbayeva Z.D., Chukmanova M.T.
PROSPECTS OF USE OF NATURAL SORBENTS OF KAZAKHSTAN…….. 433
Kambarova G., Raiymbekov Y., Kuralov A.
RESULTS OF INVESTIGATIONS OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF IRON OXIDE PIGMENTS..... 437
Sagitova G.F., Zhumabaev M.Sh., Alibaeva A.B., Mukhametalikyzy S., Syban E.R.
PRACTICAL RECOMMENDATIONS ABOUT DEVELOPMENT OF MOTIVATION TO STUDYING OF CHEMISTRY…… 441
Dalbanbay A., Kemal B.G., Dauletbay A., Nauryzbaev M.Kh.
DETERMINATION OF LEAD (II) ON CARBON PASTE ELECTRODE MODIFIED BY ELECTROCHEMICAL DEPOSITION OF SILVER NANOPARTICLES IN WATER…….. 447

Shautenov M.R., Peregudov V.V., Aitulova A.N., Imangaliev N.A.
RESEARCH ON THE RECOVERY OF USEFUL COMPONENTS FROM ASH AND SLAG WASTES… 453
Zholdasbay E.E., Nurlan G.B., Kurmanseitov M.B., Tleuliev K.G., Dosmukhamedov N.K.
PROCESSING OF LOW-SORT SULFIDE COPPER CONCENTRATES IN THE OVENYUKOVA OVEN… 458
Zholdasbay E.E., Nurlan G.B., Kurmanseitov M.B., Kuandik A.S., Dosmukhamedov N.K.
PROCESSING SECONDARY MEDICAL WASTE WASTES..... 462
Ualikhanov R.E., Gritsenko L.V. , Abdullin Kh.A.
INFLUENCE OF IMPURITY ATOMS ON THE OPTICAL PROPERTIES OF NANOSTRUCTURED ZINC OXIDE LAYERS……. 467
Abdullin A., Azatkaliev A.A., Gabdullin M.T., Kalkozova Zh.K.
SYNTHESIS OF NANOPOWDERS OF METALLIC TUNGSTEN…… 472
Бейсенова Г.С., Буркитбаева Б.Д., Аргимбаева А.М., Рахымбай Г.С.
OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL INDICATORS OF ELECTROREFINING OF ROUGH INDUIUM..... 476
Syrmanova K., Kovaleva A., Kaldybekova Zh., Beloborodov B.
CHEMICAL ACTIVATION OF VERMICULITE SORBENT……. 482
Hudiakova T.M. , Kurbanyazov S.K. , Aimbetova I.O. , Kolesnikov A.S., Abjalov B.S. A. Sh.Ibadullaeva
DEVELOPMENT OF NEW TECHNOLOGIES FOR MANUFACTURE OF HIGH-BENDING SPECIES OF CEMENT BASED ON DOLOMITE ROCKS..... 486

Редакторы:
Н.Ф. Федосенко
Верстка на компьютере:
Л. Касжанова

Подписано в печать 25.08.2018 г.
Формат 60x84 $^{1}/_{8}$. Усл. п.л 31,6.
Тираж 500 экз. Заказ № 213.

Адрес редакции:
ул. Сатпаева, 22, КазНИТУ каб. 616, тел. 292-63-46 ,Nina.Fedorovna. 52 @ mail.ru
Департамент маркетинга и коммуникаций КазНИТУ
Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сатпаева